N.D.

COLLECTED REPRINTS

1957

FROM THE TOKAI REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY

Reprints of Articles Published by Laboratory
Scientists other than in the Publication of the
Laboratory

東海区水産研究所業績集

昭和32年度

NOV 1958
LIBRARY
POFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

東海区水産研究所
東京都中央区月島3号地
昭和33年4月

この業績集は本研究所で得られた研究業績のうち，東海区水産研究所報告に発表されたもの以外のもので，年度内に学会誌などに印刷発表された業績を集録したものである。

東海区水産研究所業績集

昭和32年度

目次

水産資源

生物

業績番号

中井甚二郎 (B—242)
1955年5月，本州南方黒潮海域に於ける海洋生物調査実施概要並びにプランクトン重量分布（英文）

本城康至・太田半介・木立　孝・梅田喜一・工藤盛徳 (B—243)
1955年5月，本州南方黒潮海域に於けるCopepodaの分布（英文）

本城康至 (B—244)
1955年5月，本州南方黒潮海域に於けるEuphausiaceaの分布（英文）

奥谷喬司 (B—245)
1955年5月，本州南方黒潮海域に於ける浮游性腹足類について（英文）

服部茂昌・渡部泰輔・奥谷喬司 (B—246)
1955年5月，本州南方黒潮海域に於ける稚魚，魚卵について（英文）

中井甚二郎・服部茂昌・本城康至・渡部泰輔・太田半介・木立　孝・梅田喜一・工藤盛徳 (B—247)
1955年6〜7月，本州南方黒潮海域に於ける海洋生物調査（英文）

中井甚二郎・本城康至・服部茂昌・渡部泰輔・木立　孝・奥谷喬司・工藤盛徳・梅田喜一 (B—266)
1956年11月，鹿島灘における海洋生物及びその放射能調査結果

奥谷喬司 (B—267)
鹿島灘産貝類に関する二，三の知見

数理

田中昌一 (B—257)
バラノフのモデルとシグモイド曲線（英文）

海洋

渡辺信雄・平野敏行・深井麟之助・松本考治・塩川文子 (B—248)
1955年6〜7月，本州南方黒潮海域の海洋調査報告（英文）

業績番号

渡辺信雄・平野敏行・上原　進・大久保勝夫・久保雄一　(B—265)
VI. 東海村沖合における海況に関する調査結果概要

深井麟之助・塩川文子・鈴木浜治・清水君代・原田和民　(B—268)
VII. 茨城県東海村沖の海底沈積物について

増　殖

相良順一郎　(B—260)
NH_4OH による二枚貝の産卵誘発

漁具漁法

野村正恒・三次信輔・吉牟田長生・中野麟一　(B—264)
イワシ刺網の長さの方向における罹網分布に及ぼす縫目の影響

水産化学

魚介肉・蛋白

松本重一郎　(B—258)
イカ筋肉の水抽出液の流動複屈折について——溶解蛋白の透析法による分劃 (英文)

松本重一郎　(B—259)
イカ筋肉の新収縮性蛋白——コイのアクトミオシンとの比較的研究 (英文)

右田正男・神名孝一　(B—262)
浜名湖における貝毒化の原因について. 第 1 報. 貝の人工的毒化の試み

岡田　稔・山崎惇子　(B—271)
ねり製品の足に対する澱粉の補強効果—II. アミロース及びアミロペクチンの影響

放射能汚染魚

戸沢晴己・徳江洋子・天野慶之　(B—263)
放射能汚染魚に関する研究—V. 1956 年度汚染魚に就ての放射化学分析 (その 1)

水産物利用

食品保蔵・加工

天野慶之・山田金次郎・尾藤方通・金子伊喜雄　(B—269)
タラバガニの冷凍

油　脂

業績番号

金田尚志・酒井寿恵・石井清之助
脂質の栄養価に関する研究—XIII. 高級アルコールと脂肪酸のエステルの大量投与による白鼠のセボレヤ発生について.(その 2) セボレヤ症状の防止方法 (B—270)

ビタミン

東　秀雄・平尾秀一・山田充阿弥・菊地　嶺
ヤツメウナギのビタミン含量 (B—261)

TABLE OF CONTENTS

MARINE RESOURCES

Biology

Contribution No.

Nakai, Z. (B—242)
An Outline of Biological Survey and Distribution of Wet Weight of Macroplankton in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.

Honjo, K., Ohta, H., Kidachi, T., Umeda, K. and Kudoh, S. (B—243)
Distribution of Copepoda in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.

Honjo, K. (B—244)
Distribution of Euphausiacea in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.

Okutani, T. (B—245)
Holoplanktonic Gastropoda in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.

Hattori, S., Watanabe, T. and Okutani, T. (B—246)
Fish Larvae and Eggs in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.

Nakai, Z., Hattori, S., Honjo, K., Watanabe, T., Ohta, H., Kidachi, T., Okutani, T., Umeda, K. and Kudoh, S. (B—247)
A Preliminary Report on the Biological Survey in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, June–July 1955.

Nakai, Z., Honjo, K., Hattori, S., Watanabe, T., Kidachi, T., Okutani, T., Kudoh, S. and Umeda, K. (B—266)
The Results from Biological Surveys of Marine Organisms and Their Radioactivities in the Sea of Kashima-Nada, November 1956.

Okutani, T. (B—267)
Notes on Molluscan Shells from the Sea of Kashima-Nada.

Mathematics and Statistics

Tanaka, S. (B—257)
Relation between Baranov's Mathematical Model and Sigmoid Curve.

OCEANOGRAPHY

Watanabe, N., Hirano, T., Fukai, R., Matsumoto, K. and Shiokawa, F. (B—248)
A Preliminary Report on the Oceanographic Survey in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, June–July 1955.

Contribution No.

Watanabe, N., Hirano, T., Uehara, S., Okubo, K. and Kubo, Y. (B—265)
An Outline of Oceanographic Surveys in the Sea off Tokai-Mura.

Fukai, R., Shiokawa, F., Suzuki, H., Simizu, K. and Harada, K. (B—268)
On the Submarine Sediments Distributed near and off the Coast of Tokai-Mura, Ibaragi Prefecture.

AQUICULTURE

Sagara, J. (B—260)
Artificial Discharge of Reproductive Elements of Certain Bivalves Caused by Treatment of Sea Water and by Injection with NH_4OH.

FISHING GEAR AND METHODS

Nomura, M., Mitsugi, S., Yoshimuda, C. and Nakano, R. (B—264)
On the Horizontal Distribution of Catch Influenced by the Seam of Net in Sardine Drift Nets.

CHEMISTRY OF AQUATIC PRODUCTS

Muscle Proteins of Aquatic Animals

Matsumoto, J. J. (B—258)
On the Streaming Birefringence of the Aqueous Extracts of Squid Muscle.—Fractionation of the Dissolved Proteins by Dialysis.

Matsumoto, J. J. (B—259)
A New Contractile Protein of Squid Muscle.—A Comparative Study with Carp Actomyosin.

Migita, M. and Kanna, K. (B—262)
On the Source of Shell-Fish Poison at the Lake Hamana. I. Attempts at Experimentally Rendering Shell-Fish Toxic.

Okada, M. and Yamazaki, A. (B—271)
Enhancing Effect of Starch on Jelly Strength of Fish Meat Jelly—II. Effect of Amylose and Amylopectin.

Radiologically Contaminated Fish

Tozawa, H., Tokue, Y. and Amano, K. (B—263)
Studies on the Radioactivity in Certain Pelagic Fish—V. Confirmation and Determination of Radioactive Elements in Contaminated Fishes Caught in 1956. (Part 1)

UTILIZATION OF AQUATIC PRODUCTS

Food Preservation and Processing

Contribution No.

Amano, K., Yamada, K., Bito, M. and Kaneko, I. (B—269)
Freezing and Cold Storage of the Pacific King Crab Meat.

Fats and Oils

Kaneda, T., Sakai, H. and Ishii, S. (B—270)
Studies on the Nutritive Value of Lipids—XIII. Seborrhea Forming Activity of Esters of Fatty Acids with Higher Alcohols upon the Rats. (2) Preventive Methods of Seborrhea.

Vitamins

Higashi, H., Hirao, S., Yamada, J. and Kikuchi, R. (B—261)
Vitamin A in Lamprey, *Entosphenus japonicus*.

水 産 資 源
MARINE RESOURCES

生 物

Biology

数 理

Mathematics and Statistics

Records of Oceanographic Works
in Japan. (Special Number)
March 1957

An Outline of Biological Survey and Distribution of Wet Weight of Macroplankton in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.*

By

Zinziro Nakai
Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

I. Introduction

As one of research projects for enhancing the productivity of the ocean designed by the Japanese National Commission for UNESCO, oceanographical surveys were conducted by the R. V. *Meiyo-Maru* (350 tons) of the Japanese Hydrographic Office in an area south of Honshu in May 1955. During the course of surveys amounts of specimens of plankton and fish larvae were collected by Mr. I. Ohyama, biologist in charge, under the direction of Dr. I. Taki, Chief Curator of Zoological Section, the National Science Museum, Tokyo. The author, having once rendered advices on methods for collection, selection and arrangements of instruments at the request of Dr. Taki on that occasion, was asked again to cooperate by assuming responsibility for treatment of the materials collected and for preparation of a report thereof.

The present paper describes an outline of the biological surveys carried out, wet weight distribution of macroplankton and their relationships with hydrographical conditions. In addition, several papers prepared by various authors deal with different categories of materials collected in the present surveys, including : Copepoda by Honjo, Ohta, Kidachi, Umeda, and Kudoh (1957);
Euphausiacea by Honjo (1957);
Holoplanktonic Gastropoda by Okutani (1957);
Fish larvae and eggs by Hattori, Watanabe, and Okutani (1957).

They will be found in the successive sections to this paper.

The author wishes to express his sincere gratitude to Dr. I. Taki who entrusted these workers with the valuable materials for their studies. Laborious efforts given by Mr. I. Ohyama, biologist on board, Captain M. Sato and all the crew of the *Meiyo-Maru* in collecting the materials are deeply appreciated as well.

II. An Outline of the Survey

1. When and Where the Materials were Collected

In table 1, localities of stations, dates and times of collection are tabulated. Distribution of stations is shown in figure 1, in accordance with a report of

---

* Contribution B-242 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

Table 1. Positions of stations and time of collections by the *Meiyo-Maru*, May 1955.

St.	Positions		Date	Time of Collections		
				Vertical hauls*		Horizontal tows**
	Lat. N	Long. E		1st	2nd	
501(1)	34° 26′5	138° 31′8	V. 13	18. 04	—	18. 09~18. 14
500	34 35. 3	137 50. 8	V. 14	01. 00	—	01. 10~01. 15
550	33 50. 4	136 22. 8	V. 16	16. 01	16. 10	16. 15~16. 20
E1	33 20. 0	135 45. 0	V. 17	00. 16	00. 30	00. 46~00. 51
E2	33 00. 0	135 45. 0	V. 17	04. 23	04. 30	04. 40~04. 45
E3	32 30. 0	135 44. 0	V. 17	09. 29	09. 34	09. 49~09. 54
E4	32 00. 0	135 45. 0	V. 17	12. 59	13. 08	13. 58~14. 03
E5	31 29. 0	135 45. 0	V. 17	17. 56	18. 09	18. 19~18. 22
E6	30 58. 5	135 45. 0	V. 17	—	—	—
E7	30 28. 0	135 45. 0	V. 18	06. 42	06. 50	06. 53~06. 58
556	30 39. 0	137 02. 0	V. 18	15. 26	15. 34	16. 00~16. 05
555	31 18. 9	137 00. 5	V. 18	23. 00	—	23. 38~23. 43
554	32 01. 5	137 07. 5	V. 19	06. 18	06. 30	07. 02~07. 07
553	32 39. 8	137 08. 0	V. 19	13. 40	13. 49	14. 12~14. 17
552	33 06. 5	137 00. 5	V. 19	18. 08	18. 21	18. 39~18. 44
551	33 50. 0	137 00. 0	V. 20	00. 23	00. 31	00. 56~01. 01
501(2)	34 26. 9	138 32. 1	V. 24	17. 28	17. 41	18. 01~18. 06
502	34 08. 0	138 21. 7	V. 24	21. 29	21. 36	22. 34~22. 39
503	33 39. 0	138 05. 0	V. 25	02. 46	02. 56	03. 22~03. 27
504	33 03. 5	138 03. 8	V. 25	08. 18	08. 24	08. 25~08. 30
505	32 29. 7	138 10. 4	V. 25	12. 30	12. 42	13. 15~13. 20
506	31 55. 5	138 08. 5	V. 25	17. 19	17. 28	18. 07~18. 12
507	31 19. 0	138 15. 5	V. 25	23. 05	23. 14	00. 01~00. 06***
508	30 44. 5	138 07. 0	V. 26	04. 50	04. 57	05. 18~05. 23
509	30 00. 0	138 13. 8	V. 26	10. 34	10. 40	11. 02~11. 07
D9	30 59. 2	140 22. 0	V. 27	06. 03	06. 12	06. 56~07. 01
D8	31 27. 5	140 17. 5	V. 27	10. 52	11. 03	11. 21~11. 26
D7	31 59. 7	140 13. 7	V. 27	18. 25	18. 35	18. 50~18. 55
D6	32 30. 3	140 10. 0	V. 27	22. 40	22. 50	23. 24~23. 29
D5	33 01. 7	140 08. 0	V. 28	02. 55	03. 05	03. 13~03. 18
D4	33 28. 0	140 02. 5	V. 28	06. 07	06. 15	06. 32~06. 37
D3	33 59. 2	139 58. 5	V. 28	10. 15	10. 23	10. 43~10. 48
D2	34 28. 5	139 57. 8	V. 28	14. 16	14. 24	14. 48~14. 53
D1	34 44. 2	139 55. 3	V. 28	17. 18	17. 28	18. 25~18. 30

* Hauled by the 45cm-plankton net from a 150 m depth up to the sea surface.
** Towed by the 1. 3 m-larval net on the surface.
*** Shows the hours on May 26.

the Japanese Hydrographic Office (1955). As will be seen in the table and figure, the present surveys were carried out for the period of 18 days from 12th to 29th of May, 1955, in the area enclosed within a line extending some 200 miles nearly south of Shionomisaki and another about 300 miles south of Nojimasaki of Boso Peninsula. At most of 33 stations occupied the materials were collected by both vertical haul and horizontal tow, except one station where only horizontal netting could be made.

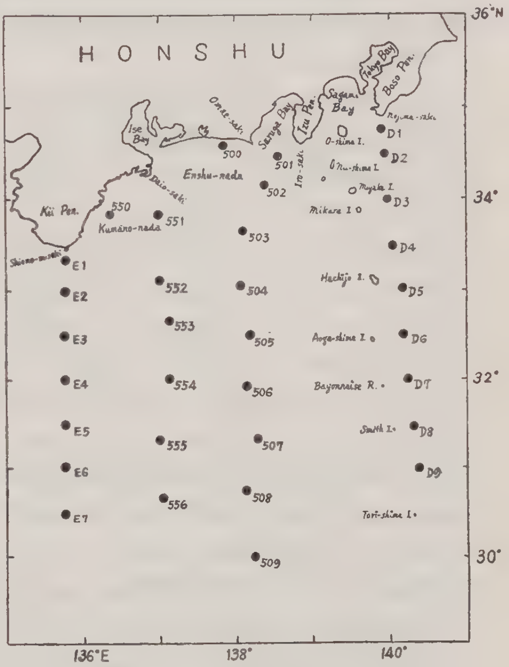

36°N
HONSHU
Ise Bay
Omae-saki
Suruga Bay
Izu Pen.
Sagami Bay
Tokyo Bay
Boso Pen.
Nojima-saki
O-shima I.
Nii-shima I.
Miyake I.
Mikura I.
Hachijo I.
Aoga-shima I.
Bayonnaise R.
Smith I.
Tori-shima I.
Enshu-nada
Daio-saki
Iro-saki
Kii Pen.
Kumano-nada
Shiono-misaki
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
550
551
552
553
554
555
556
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
E1
E2
E3
E4
E5
E6
E7
34°
32°
30°
136°E
138°
140°

Fig. 1. Stations occupied by the *Meiyo-Maru*, May 1955.

2. Methods of Collection

i. Nets and Methods for Collection: The following are kinds of nets and methods for collection used in accordance with the survey schedule.

a) 45cm-plankton net ("Marutoku B-Type" used for collecting macroplankton, constructed in a conical shape with mouth diameter 45 cm, 80 cm in length for straining section, the mesh GG54, equipped with a flow meter at the center of the mouth, vertically hauled up from a wire depth of 150 meters to the surface at about 1 to 1.5 m/sec.

b) 1.3m-larval net ("Maruchi A-Type"), constructed in a conical shape, with mouth diameter 1.3 m; upper section, spliced net 3.0 m in length; lower section, bolting silk GG 54, 1.5 m in length, horizontally towed from the side along the sea surface at about 2 knots for 5 minutes.

ii. Fixing and Treatment of Materials: Immediately after collection, the materials were put into bottles and fixed in 10% formalin. All the works relevant to identification, quantitative determination and treatment were carried out at the laboratory after the cruise. The works for materials collected by the vertical haul include wet weight determination of total plankton in every haul (present paper); identification and enumeration of individuals by species belonging to Copepoda (Honjo and others, 1957), Euphausiacea (Honjo, 1957), holoplanktonic Gastropoda (Okutani, 1957) and larval fish and eggs (Hattori and others, 1957). In respect to the horizontal collections of the 1.3-m-larval net, holoplanktonic Gastropoda, fish larvae and eggs were identified and counted by the number of individual species in each haul. Treatments not specified here will be described by these authors referred above in parentheses.

III. Geographical Distribution of Wet Weight of Macroplankton

It is consensus that knowledge and information on standing crops of plankton have an important role in connection with studies of productivity of the sea areas, ecology of aquatic organisms and particularly of their feeding migration and fishing conditions.

In the present surveys standing crops of plankton have been determined for that purpose by means of settling volume, displacement volume, wet weight and individual enumeration. Of these methods, the results of wet weight determination will be reported here in the light of geographical distribution.

Among previous studies of wet weight distribution of macroplankton in the region under discussion, those conducted by the author (unpublished) date back 1939 and 1940. Since 1947 similar efforts have been paid in association with the spawning surveys of *iwashi* (commercial names including sardine and alike fish) and marine investigations for some other purposes. In addition to reports officially published in the result of these surveys (Nakai and others, 1955a ; the staff of the Tokai RFR Laboratory, 1955), there is one which concerned, like the present paper, a survey of the Kuroshio area conducted by the R. V. *Soyo-Maru* in July 1954 at the request of the Japanese National Commission for UNESCO (Nakai and others, 1955 b).

1. Wet Weight Determination and Oceanographical Conditions

i. Wet Weight Determination : All the materials used for wet weight determination were collected with a plankton net, "Marutoku-B Tye." They were treated, in most cases, according to a method described by Nakai (1942). Instead of sorting them into exact species, however, the same process as in the 1954 survey (Nakai and others, 1955 b) was adopted for the most part——that is, each haul was measured in total weight, then, again for weighing, divided into whichever of the following fifteen major groups when identified as such :

Thaliacea, Appendicularia, Decapoda,
Euphausiacea, Amphipoda, Ostracoda,
Branchiopoda, Copepoda, Mollusca,
Polychaeta, Sagittoidea,
Medusae including Siphonophora and Ctenophora, Dinoflagellata,
Radiolaria, and Diatomaceae.

Table 2 indicates, in the sequence of stations occupied, the wet weight by the above groups and stations, total and mean weights of them, and composition of the groups in percentage. In order to have data comparable with those of the preceding survey in July 1954, the values in the table were not adjusted against the amount of water that had passed out through the net as the flow meter indicated. All the description on the amounts of organisms under study, therefore, is to be referred to these unadjusted values. These values, however, neither include the values of fish eggs and larvae nor one or two individuals of a particular organism that greatly outweighed the rest of a haul —— the case which happened with the collections at four stations to be referred later. They were removed from the collections with a forceps or a pipette ; their values are enclosed within parentheses in the table separately from the total weight and so forth.

The organisms thus removed are tabulated below.

Station	Species	Wet Weight (gr)	Number of Individual
501	*Phronima pacifica* Streets	0. 41	1
507	Decapoda	0. 26	1
D9	Thaliacea	0. 30	1
D9	*Pterotrachea minuta* Bonnevie	0. 04	1
D5	Medusae	0. 27	2
D5	*Firoloida desmaresti* Lesueur	0. 04	1

However, they are included in the forthcoming figures showing horizontal distributions of organisms.

ii. Oceanographic Conditions : Several figures have been prepared for the purpose of comparing the geographical distribution of wet weight with oceanographical conditions. Of them figures 2 to 4, 6 and 7, having been reproduced from a survey report of the Japanese Hydrographic Office (1955), show isotherm contours on the surface and at depths of 50- and 100-m-layers, chlorinity at a 100-m-layer, and surface currents, respectively. Figure 5 shows isotherms at a 150-m-layer traced out on the basis of data available from the same report.

Horizontal distribution of water temperatures at these layers evidently points to a cold water mass that was in existence to the south of Enshu-Nada, extending over a vast area. Separated from that cold water, another was seen, as in figure 4, at a depth of 100-m-layer, centering around an area about 100 miles south of Shionomisaki. On the other hand, current patterns in figure 7 are indicative that the main flow of the Kuroshio, running eastward off Kochi Prefecture, sweeps closely along the coast of Shionomisaki, and turns therefrom nearly southeast to pass round the southern boundary of the cold water mass mentioned above. Almost reaching a line extending through the Izu Islands toward Aogashima, the current makes the way northward along the line until it again turns northeast at the corner of Nojimasaki. In addition, a branch current that has been separated at the northwest of Hachijo Island makes head for some distance to the northwest or west before reaching the south of Daiosaki. There it gradually turns around southwest or south to take detour along the northern border of the cold water body. Therefore, formation of a counterclockwise circulation is to be seen surrounding the cold water.

Table 2. Wet weight of plankton by groups taken by vertical hauls of the 45cm-plankton net from a 150 m depth up to the sea surface. (gr/haul)

	Stations*	500	550	E1	E2	E3	E4	E5	E7	556	555	554	553	552	551	501(2)**	502	503	504
	Date	V-14	V-16	V-17	V-17	V-17	V-17	V-17	V-18	V-18	V-18	V-19	V-19	V-19	V-20	V-24	V-24	V-25	V-25
	Time	01.00	16.01	00.30	04.23	09.29	12.59	17.56	06.42	15.26	23.00	06.18	13.40	18.08	00.23	17-28	21.29	02.46	08.18
	Depths	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0~150
	Total Plankton	0.70	1.02	1.01	0.76	0.22	0.12	0.55	0.43	0.30	0.49	0.57	0.37	0.22	0.41	0.24	0.84	0.56	0.27
Group of organisms	Thaliacea	—	0.01	—	0.01	—	0+	0+	—	0.01	0+	0.03	0+	0.03	0.01	0+	(1.26)	0+	0.14
	Appendicularia	0+	0+	—	0+	0+	—	0+	0+	—	0+	—	—	0+	—	0+	0+	—	0+
	Decapoda	0.01	0.01	—	—	—	—	0+	—	0.02	0.04	—	—	—	—	—	—	0+	—
	Euphausiacea	0.13	0.01	0.12	0.14	0+	—	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0+	0+	0.04	0+	0.04	0.07	0+
	Amphipoda	0.01	0.02	0+	0+	0+	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	(0.42)	0.22	0.01	0.01
	Ostracoda	0+	0+	—	0.01	0.01	0+	0+	0+	0+	0+	0+	—	0+	0.02	0+	0.01	0+	0+
	Branchiopoda	—	0+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0+	—	—	—
	Copepoda	0.52	0.80	0.78	0.44	0.17	0.06	0.33	0.22	0.17	0.23	0.42	0.30	0.13	0.29	0.20	0.51	0.30	0.09
	Mollusca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—
	Polychaeta	0+	—	—	0.01	—	0+	—	0+	0.02	0.01	0+	0.01	0+	—	0+	0+	—	0+
	Sagittoidea	0.03	0.13	0.06	0.04	0.01	0.01	0.02	0.07	0.03	0.09	0.04	0.04	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03
	Medusae	—	0.04	0.05	0.11	0.03	—	0.15	0.07	0.04	0.04	0.06	0.01	0.04	0.01	0.01	0.03	0.17	—
	Dinoflagellata	0+	—	0+	0+	0+	—	0+	0+	—	—	0+	0+	—	—	0+	0+	0+	0+
	Diatomaceae	—	—	0+	0+	0+	—	—	—	—	—	0+	—	0+	—	0+	0+	0+	0+
	Radiolaria	—	—	—	—	—	0.03	0.03	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Positions of stations are shown in table 1.

** The materials collected at station 501 on May 13 were not used for the assessment.

Table 2. Wet weight of plankton by groups—Continued.

	Stations*	505	506	507	508	509	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	Total	Mean	%
	Date	V-25	V-25	V-25	V-26	V-26	V-27	V-27	V-27	V-27	V-28	V-28	V-28	V-28	V-28			
	Time	12.30	17.19	23.05	04.50	10.34	06.03	10.52	18.25	22.40	02.55	06.07	10.15	14.16	17.18			
	Depths	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150			
	Total Plankton	0.12	0.19	0.82	0.31	0.38	0.43	0.61	0.70	0.38	0.98	0.91	0.59	0.49	0.69	16.68	0.52	
Group of organisms	Thaliacea	0+	0+	0.02	0+	0+	(0.30)	0.03	0.02	0.02	0.08	0.03	0.01	0.02	0.04	0.51	0.02	3.0
	Appendicularia	—	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	—	—	0+	0+	
	Decapoda	—	0+	(0.26)	—	0+	0.01	—	0.01	—	0.02	0.01	0+	—	—	0.13	0+	0.7
	Euphausiacea	—	—	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.04	0.02	0.03	0+	0.01	0.96	0.03	5.7
	Amphipoda	0.07	0.01	0.01	0.01	0+	0+	0.01	0.01	0+	0.01	0.02	0.01	0+	0+	0.58	0.02	3.4
	Ostracoda	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0.01	0.01	0+	0+	—	0+	—	0+	0.07	0+	0.4
	Branchiopoda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0+	0+	
	Copepoda	0.04	0.12	0.65	0.17	0.30	0.33	0.36	0.52	0.27	0.59	0.72	0.40	0.41	0.57	11.41	0.36	68.4
	Mollusca	—	—	0+	—	0+	(0.04)	—	0+	—	(0.04)	—	—	—	0+	0.03	0+	0.1
	Polychaeta	0+	—	0+	0.06	0+	0+	0+	—	0+	0.10	—	—	0+	0+	0.21	0.01	1.2
	Sagittoidea	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.06	0.05	0.06	0.02	0.07	0.07	0.05	0.02	0.06	1.26	0.04	7.5
	Medusae	0.01	0.05	—	0.04	0.03	0.02	0.08	0.06	0+	0.07 (0.27)	0.05	0.09	2.04	0.01	1.41	0.04	8.4
	Dinoflagellata	0+	0+	0+	0+	0+	—	0+	—	—	—	—	—	—	—	0+	0+	
	Diatomaceae	0+	0+	0+	0+	0+	—	0+	—	—	—	—	—	—	—	0+	0+	
	Radiolaria	—	—	—	—	—	—	0.06	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.01	1.0

0+ : Present but weighed less than 0.01 gr.
— : No occurrence.

Numerals enclosed within parentheses show weight of one or two specific animals which occupied greater part of a collection in weight and are excluded from total weight, mean and percentage.

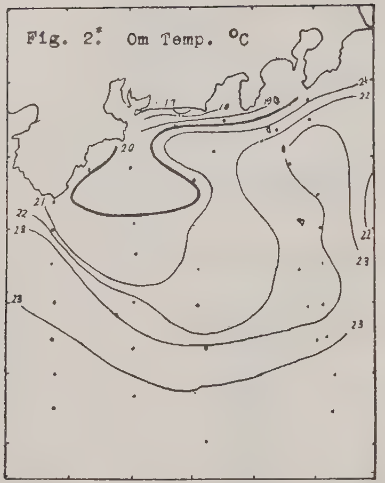


Fig. 2*. 0m Temp. °C
17
18
19
20
21
22
23

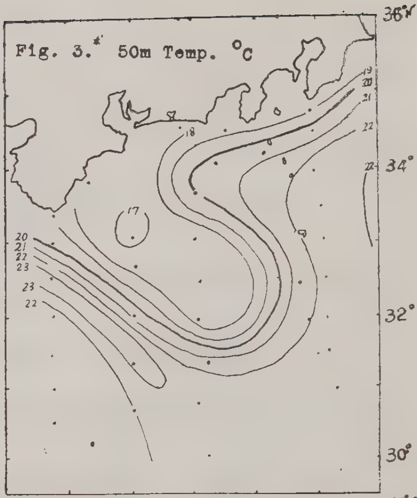


Fig. 3.* 50m Temp. °C
36°N
34°
32°
30°
17
18
19
20
21
22
23

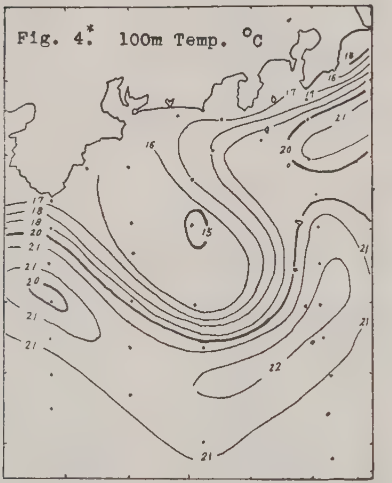


Fig. 4.* 100m Temp. °C
15
16
17
18
20
21
22

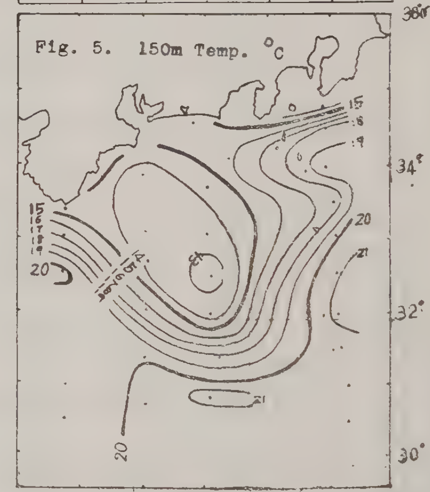


Fig. 5. 150m Temp. °C
36°
34°
32°
30°
15
16
17
18
19
20
21

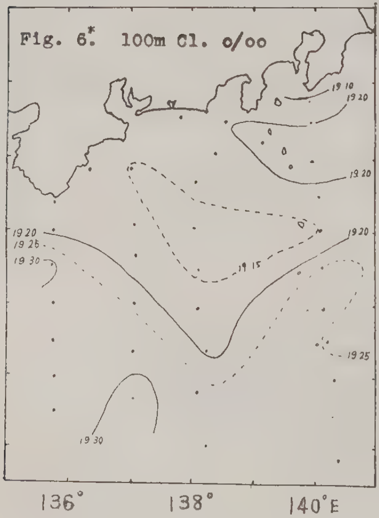


Fig. 6.* 100m Cl. o/oo
19.10
19.15
19.20
19.25
19.30
136°
138°
140°E

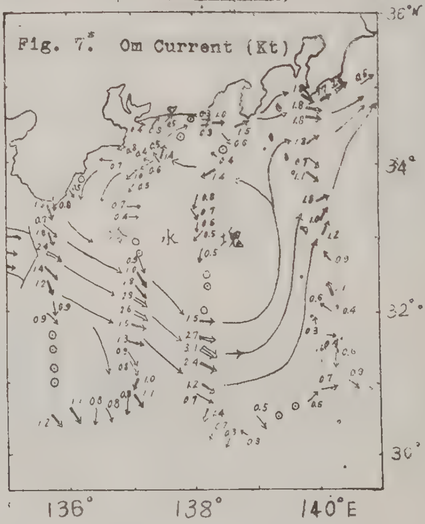


Fig. 7.* 0m Current (Kt)
36°N
34°
32°
30°
K
136°
138°
140°E

* Reproduced after a survey report of the Japanese Hydrographic Office (1955).

2. Total Amount of Macroplankton

i. Geographical Distribution : The total wet weight of macroplankton in every vertical haul by the net, "Marutoku B-Type" ranged from 0.12 to 1.02 gr. with the avarage being 0.52 gr. per haul. According to Nakai and others (1955b) the collections in July 1954 fell within a range from 0.25 to 1.50 gr. and 0.71 gr. per haul. Comparing with those yields, one may find that the mean value as well as the range of concentration of macroplankton in May 1955 slided to a lower level than those of the previous occurrence.

Horizontal distribution of the total wet weight as in figure 8 reveals geographical patterns of plankton over the region. The most noticeable of them is a thinly populated expansion centering around station 505 (0.12 gr/haul) located some 120 miles south of Omaesaki nearly in the middle of the region under study. In contrast, a zone of a great concentration is surrounding the area. In addition, existence of two stations where the plankton hauls were the least of all on respective lines are noted. The one is station D6, with a concentration of 0.38 gr/haul, located on a station line at about 150 miles south of Nojimasaki, the other, station E 4, with 0.12 gr/haul, at some 100 miles in parallel with a longitude off Shionomisaki. Both of them appear to be connected with the barren zone in the center of the region stated above. On all the station lines, one may notice that every haul taken southward of the barren zone becomes dense (0.4—0.6 gr/haul), then turns again meager (about 0.3 to 0.4 gr/haul).

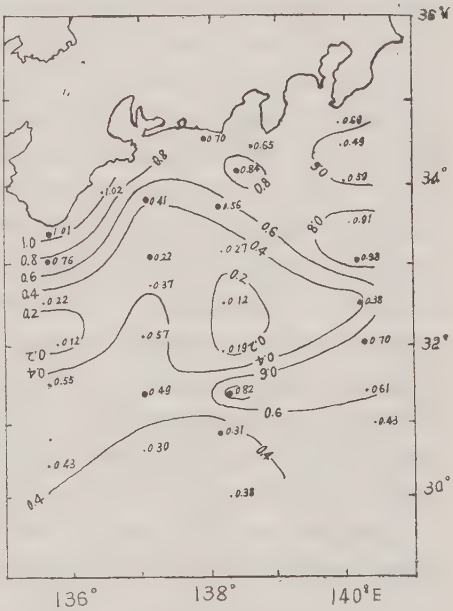


Fig. 8. Distribution of plankton in wet weight (gr/haul). Collections were made by the 45cm–plankton net hauled from a 150m depth up to the surface.

- · Collected stations at daylight (0600–1800).
- ● Collected stations at night (1800–0600).

In other words, figure 8 gives a general picture of the distribution with four zones of different densities : firstly "the inshore fertile zone" with 0.6 to 1.02 gr/haul, next to it "the central barren zone" with a cold water mass as its center, lying south of it "the offshore fertile zone," and "the offshore thin zone" at the farthest south. A part of "the inshore fertile zone" in the east of Enshu-Nada, developing its seaward breadth wider and wider, extends it length southeastward until it turns west round the outside of station D6 to adjoin with "the offshore fertile zone."

ii. Comparison between the Surveys of 1954 and 1955 : The region surveyed by the R. V. *Soyo-Maru* in July 1954 was not so expanded either to the west or to the south as the present coverage. Even in an area which had the same scope for both cruises, locality and density of the stations are different between these two surveys. For this reason it is difficult to discuss the distributions in every part of the region for both occasions on a comparable basis without shortcoming. Nevertheless, inasmuch as the area of the same scope is concerned, it may be aserted from a macroscopic point of view that a general trend in the macroplankton distribution in the area makes little difference between the 1954 and 1955 surveys despite the one having been conducted two months later of the year than the other in the following year.

As yet a closer observation of the findings in the two years would reveal a few differences between them. One of the discrepancies would be found in regard to the ranges of "the central barren zone." In the previous year, the zone had been narrower with its center inclining a little farther easterly than it was in the current period ; larval shells of *Janthina* had been found so dominantly distributed at the center of the cold water that they looked as if they were an indicator of that water mass. However, if those larvae had been removed from the collection of the previous survey, the core of "the central barren zone" would have been seen lying at the same locality for both years with the range expanding as widely as it was on the present occasion. Another difference observad was the fact that in the north of Mikurajima along a line occupied south off Nojimasaki, most of the stations in July 1954 yielded more than 1 gr/haul in contrast with 0.5 to 0.9 gr/haul in May 1955.

However, the distribution over the sea south of Nojimasaki which was higher there than any other part of the whole region for the two surveys remained almost the same for both years. It is not clear whether or not "the offshore fertile zone" and "the offshore meager zone" existed in the earlier year because the southern limit of that survey fell two degrees northerly off latitude 30° N set for the present one.

iii. Relationship with Oceanographical Conditions : In the light of relationship between horizontal wet weight distribution and oceanographical conditions, it is obvious that "the central barren zone" of macroplankton lay in the same locality with cold water mass on Enshu-Nada (figures 2 to 5), indicating scarcity in standing crops of macroplankton there. The phenomenon did not contradict what Nakai and others (1955b) had pointed out in comparison with the adjacent waters in the preceding survey. Locality of the other infertile zone at about 100 miles south of Shionomisaki also was coincident with an isolated cold water that formed, though on a small scale, at a 100 m-layer as presented in temperature distribution (figure 4). On the other hand, the heavily populated area was seen distinctly developing in both years on a warmer side of the sea where the main current of the Kuroshio was passing by the cold water. The characteristics in wet weight distribution of plankton—meagerness in the cold water and fertility in the Kuroshio—were nearly the cases with fish eggs and larvae as well (Nakai and others, 1955b ; Hattori and others, 1957).

Admittedly it still remains to be seen whether or not the geographical features in distribution would always occur exclusively about the season from May to July as they so happened in the surveys of both years. Anyway, as far as these months of the year go, one may suggest at least three factors which appear to have been the most responsible for the geographical peculiarity. One of them is a fact that since all the dominant plankton that occurred in the high sea including the cold water was warm current species, the total occurrence naturally was greater in the warm current than in the cold water. Secondly there was an indication suspectible that the main flow of the Kuroshio, when it had swept over the inshore parts of Hyuga-Nada and Tosa Bay enriched with plankton, transported them to the region under study. "Tide rips" formed by convergence developing both sides of the Kuroshio probably attracted fish eggs and larvae to concentrate there. The last two assumptions have not been proved satisfactorily, however.

In addition, fishing grounds for skipjack, *Katsuwonus pelamis* (Linné), and albacore, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), are developing in the plankton enriched zones lying in the main flow of the Kuroshio as well as at the tips of its branches. In view of these facts pointing to an important influence the cold water mass bears upon fishing conditions, further efforts should be given to investigate relationships between the cold water, the Kuroshio, and coastal fisheries, throwing the light upon causes of geographical peculiarity of plankton concentration.

3. Copepoda

According to Nakai and others (1955b) who conducted another survey in July 1954, Copepoda represented, in wet weight, a greater majority of plankton collected at every station with an average composition at about 67 %. Out of 32 biological stations occupied in the present survey, 28 presented Copepoda more than a half of every haul with an average composition consisting of about 68 %, the result which is in a close agreement with the preceding one (table 2). Such a high percentage in the composition at which Copepoda occurred in both years is suggestive of a great significance they are regarded with in respect to marine biology as well as to commercial fisheries. It is quite natural that horizontal distribution of Copepoda is found in accord with wet weight distribution of total amount of plankton (figures 8 and 9).

Figure 9 illustrates that "the central barren zone" encircling station 505 with a density of 0.04 gr/haul lies in the cold water off Enshu-Nada. Adjacent to it, "the inshore fertile zone" as well as "the offshore fertile zone" is observed and, again "the offshore thin zone" in the farthest south.

A minimum concentration on each of two station lines, one extending south from Nojimasaki, the other from Shionomisaki, was 0.27 gr/haul at station D6, and 0.06 gr/haul at station E4, respectively; both areas apparantly adjoining with "the central barren zone." Thus, close similarity between Copepoda and the whole plankton is noticed not only between the distribution patterns but almost as well in the relationships with oceanographical conditions.

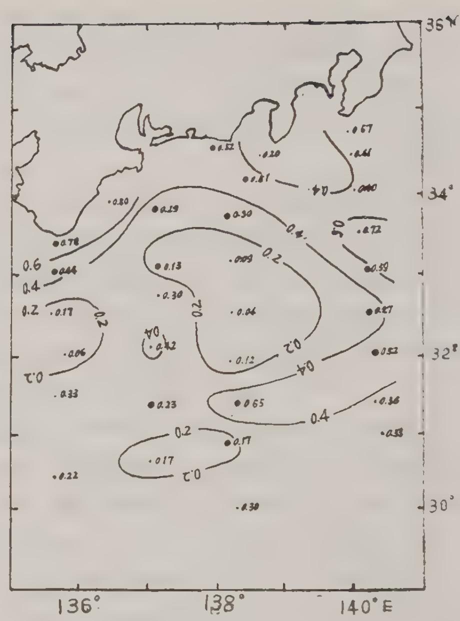


Fig. 9. Distribution of Copepoda in wet weight (gr/haul).
See footnote of Fig. 8 for relevant information.

However, comparison of the above feature with the previous survey would reveal that Copepoda were distributed with higher resemblance in the patterns between both years than total plankton, as far as the same area of the survey was concerned. This is because, in the preceding survey, Janthinidae occurred as profusely in the cold water as to lower the composition of Copepoda in the area.

It has been known that many of Copepoda would follow vertical migration at certain times of the day. Generally speaking, however, an appreciable distinction in the amount could not always be drawn between the daylight and the night samples for both years, in so far as the materials hauled up through a 150m-depth provided.

In the effort for detailed analyses by species——a work which would always be required in dealing with geographical distribution of some of plankton——a separate paper on Copepoda has been prepared by Honjo and others (1957). One of important phenomena brought to light by them is that a great number of *Calanus finmarchicus* (Gunnerus) at VI and V stages were found in distribution over the western coast of the region under study, reaching as far as Enshu-Nada to the east, with the heaviest concentration on Kumano-Nada. The high concentration of wet weight on Kumano-Nada shown in figure 9 is likely attributable to occurrence of this species, though the value in July 1954 was much lower than it was in the present survey. An important question as to whether or not the differences between both years were due to seasonal change in the distribution has not become conclusive.

4. Sagittoidea

Station 550 in the coast of Kumano-Nada was only one in the region where Sagittoidea occurred with density of more than 0.1 gr/haul. That haul consisted mostly of *Sagitta bedoti* Béraneck. Speaking of the whole area covering 32 stations, this group of organisms occurred as little as about 7.5% of the total amount of plankton in wet weight in the present survey and 8.1% in the previous one. As is evident from figure 10, the horizontal distribution of these organisms followed almost the same pattern as Copepoda——that is, areas of a greater concentration lying over the eastern water of the region and the inshore of Kumano-Nada in the west including station 550 stated above; thin areas being placed at the center and nearly to the northwest of the cold water mass. It should be noted that concentrations as high as 0.09 gr/haul at station 555 in the vicinity of the cold water center comprised one large organism, *Sagitta hexaptera* d'Orbigny, weighing 0.05 gr. When this organism were removed from the collection, the density at that station would become almost as low as those in the neighborhood. The numbers of *Sagitta* spp. collected from three stations neighboring one another are tabulated below for a reference.

Station	Number of *Sagitta* spp.
554	83
555	50
556	50

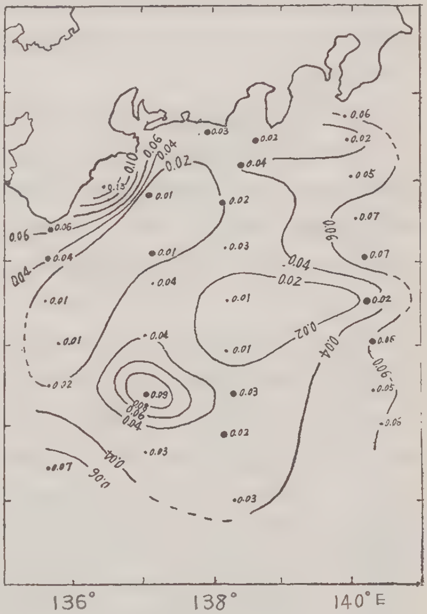


Fig. 10. Distribution of Sagittoidea in wet weight (gr/haul).
See footnote of Fig. 8 for relevant information.

Comparison of the present survey with another carried out by Nakai and others (1955b) in July 1954 revealed that the common area to both surveys produced no great differences in the horizontal distributions between them. Particularly the distribution contours in the eastern area indicated a close resemblance in their tendencies. Generally speaking, however, the amounts of occurrence in this part of the region were not so abundant in the current year as they were before. Out of ten stations occupied south of Nojimasaki in the year to precede, four gave forth the organisms with density of more than 0.1 gr/haul, while no present stations had that much there. In the earlier survey the similarity in distribution tendency between Sagittoidea and Copepoda was very distinct. However, when compared with that, the present relative tendencies between two groups of organisms, though both are in fairly good agreement as pointed out before, are not so high in degree as they were before.

5. Janthinidae

As has been stated before, larval shells of *Janthina* sp. were distributed on the previous occasion as abundantly as more than 30 % of the total wet weight in every haul on the western line occupied so that they appeared as if they were an indicator of the cold water observed then and there (Nakai and others, 1955b). In the most remarkable contrast with that phenomenon, none of them did occur in the area under discussion. Okutani (1957) reports that even in individual countings they did not appear in the vertical collections netted there this time. In consequence it has become clear that this group is not always distributed abundantly in the cold water in the region under survey.

6. Euphausiacea

One of economically important groups of organisms known as food for fish and whales is Euphausiacea. But the wet weight ratio of this group against the entire plankton in the survey under report remained as low as less than 6 % nearly in accordance with 6.3 % obtanied by Nakai and others (1955b) in July 1954.

As yet one thing that may be worth paying attention to with the group is this. Among Euphausiacea, well-known plankter for their vertical migration to follow in certain hours of the day, some of those staying at a depth of 150 m or deeper during daytime, are expected to emerge above that depth at some moment in the evening or at night. With that fact in mind Nakai and others (1955b) conducted statistical analyses of the materials collected from the region in July 1954. As a result, significant difference between day and night migration was established for this group at a probability of less than 1 %, proving that the distribution in that depth is more abundant at night than it is in daylight. This also was the case with the materials collected during the cruise under report as will be seen in figure 11. On the one hand, seven stations where the plankter occurred more than 0.05 gr/haul were

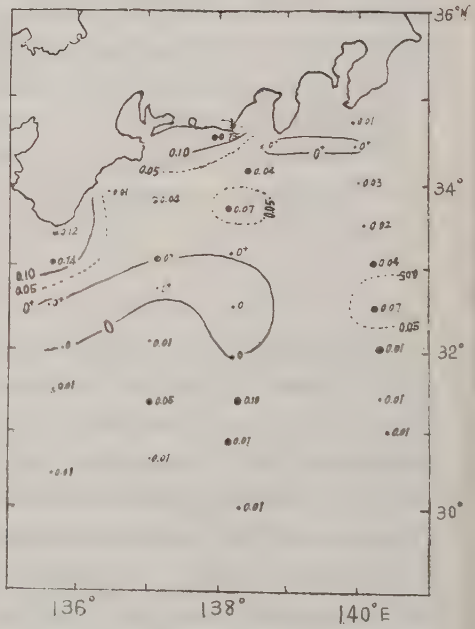


Fig. 11. Distribution of Euphausiacea in wet weight (gr/haul).
See footnote of Fig. 8 for relevant information.

all occupied at night ; on the other hand, out of 20 stations which had occurrence less than 0.01 gr/haul, 17 were occupied at daytime. Therefore, figure 11 cannot be said to represent the geographical distribution of the organisms as good as nature would have it. Speaking only of night collections, therefore, two stations out of three having had occurrence of more than 0.12 gr/haul were occupied inshore in the neighborhood of Shionomisaki, the other closely to Omaesaki. The fact may lead one to a view that these species would mostly be distributed in the inshore covered by the present survey.

According to Honjo (1957), the dominant that occurred in the coastal area was *Euphausia pacifica* Hansen followed by *E. similis* G. O. Sars. A detailed account about these species will be given on the basis of the individual enumeration in a separate papar (Honjo, 1957).

7. Amphipoda

As will be seen in table 2, occurrence of Amphipoda represented but 3.4 % against total plankton in wet weight, the value which was obtained after excluding a large-sized individual collected at station 501. In addition, two more stations, 502 and 505, had occurrence of a few large species belonging to this group which are included in calculating the composition. The following are the weight by species of the large plankton mentioned above.

Species	Station	Number of individual	Weight (gr)
Phronima pacifica Streets	501	1	0.41
Oxycephalus sp.	502	1	0.18
Brachyscelus sp.	505	2	0.06

Occurrence of the group in July 1954 was still fewer than it was on the present occasion, forming only 0.5 % in the composition (Nakai and others. 1955b). The facts show how scantily, if at all, this group would occur.

8. Thaliacea

Neither did the group occur in abundance; the composition was 3 % against total plankton in wet weight (table 2). The weights of species that have been left out of the calculation are 1.26 gr. of one *Pyrosoma* sp. at station 502 and 0.30 gr. of the same at station D9; included in the composition was 0.14 gr. comprising 57 individuals of *Doliolum tritonis* Herdman at station 504. On the earlier occasion only 0.1 % was the rate of the group against total plankton obtained. However, that much difference in the composition between both surveys could not be greatly accounted of. Because the body weight range of these organisms is remarkably wide, and because larger ones of them would not occur very frequently. As yet that few, if ever occurs, would greatly affect the composition of a haul. Therefore, the amounts of occurrence are apt to fluctuate considerably from an occasion to another, particularly when such a notable unbalance as above takes place in the weight of collections.

IV. Summary

1. When observed the geographical distribution of macroplankton on the basis of wet weight, there were four zones with different concentrations in the region under report. First of all, "a central barren zone" (0.1—0.4 gr/haul) distinctly located to the south of Enshu-Nada; then adjacent to it, "an inshore fertile zone" (0.6—1.0 gr/haul) and "an offshore fertile zone" (0.4—0.6 gr/haul), respectively; once again "an offshore thin zone" (0.3—0.4 gr/haul) at the southermost of the region under survey.

2. The core of "the central barren zone" was situated in the cold water mass on Enshu-Nada; "the offshore fertile zone" was in the vicinity of the main flow of the Kuroshio. Not only that, but all other geographical features in the wet weight distribution of plankton generally represented a fairly close relationships with oceanographical conditions in the region.

3. No obvious discrepancies could be traced between the present survey and the one in July 1954 in regard to the general tendency in wet weight macroplankton distribution.

4. Possible factors thought to be responsible for the geographical features common to both years are suggested like this. The organisms that occurred offshore are mostly warm current species; the Kuroshio may have transported a great abundance of plankters into the region from Hyuga-Nada and the coastal area of Shikoku; "tide rips," having developed on both boundaries of the Kuroshio, had the organisms concentrate there. The last two assumptions have not satisfactorily been proved, however.

5. More than a half (67 %) of total plankton comprised Copepoda, showing striking resemblance with total plankton in their geographical distribution patterns. These facts also were nearly the cases with the earlier survey.

6. General scarcity was noted with occurrence of Sagittoidea, forming only 7 % in the composition. Nevertheless, its distribution pattern was almost the same as that of Copepoda, even though the similarity was not so pronounced as it was on the preceding occasion.

7. Neither Amphipoda nor Thaliacea occurred in plenty. Except for one or two particularily large individuals having occurred at a couple of stations, both groups barely remained about 2 % of total plankton.

8. On the one hand, the larval shells of *Janthina*, which had emerged so dominantly in the cold water mass on Enshu-Nada in the previous survey that they looked as if they were an indicator of the cold water, were hardly collected there this time. On the other, *Calanus finmarchicus* in the coastal water of Kumano-Nada, though they had not been particularly abundant there a year before, occurred in great profusion in the present survey. These were the most remarkable differences between the two years pertaining to plankton distributed in the region under survey.

Literature Cited

Hattori, S., T. Watanabe and T. Okutani.
1957. Fish larvae and eggs in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Honjo, K.
1957. Distribution of Euphausiacea in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Honjo, K., H. Ohta, T. Kidachi, K. Umeda, and S. Kudoh.
1957. Distribution of Copepoda in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Japanese Hydrographic Office.
1956. Outline of hydrographic observation 1955, No. 2. (Mimeographed in Japanese)

Nakai, Z.
1942. The chemical composition, volume, weight, and size of the important marine plankton. Jour. Oceanog. Soc. of Japan, Vol. 1, Nos. 1-2.

Nakai, Z., S. Usami, S. Hattori, K. Honjo, and S. Hayashi
1955a. Progress report of the cooperative *iwashi* resources investigations, April 1949—December 1951. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.

Nakai, Z., N. Watanabe, S. Hattori, K, Honjo, S. Uehara, and H. Ohta.
1955b. An outline of oceanographical and biological survey in the "Kuroshio" area by the R. V. *Soyo-Maru*, July 1954. Reports of investigation for development of marine resources, 1954 ("Kuroshio" Research Group), Jap. Nat. Comm. UNESCO. (In Japanese)

Okutani, T.
1957. Holoplanktonic Gastropoda in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Tokai Reg. Fish. Res. Lab.
1955. Macroplankton in Pacific coast of northern Japan, May 1954-March 1955. Appendix of Monthly data of water temperature and chlorinity, (Pacific Side) No. 11. (In Japanese).

Records of Oceanographic Works
in Japan, (Special Number)
March 1957

Distribution of Copepoda in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955*

By

Koji Honjo, Hankai Ohta, Takashi Kidachi,
Kiiti Umeda and Seitoku Kudoh
Takai Regional Fisheries Research Laboratory

Introduction

In the precedent paper Nakai and others (1955a) have pointed out on the basis of wet weight distribution that the predominant group of zooplankton distributed in the Kuroshio area south of Honshu was Copepoda, which is regarded as one of the most important forms of food for fish. Workers who have studied distribution of various species of this order in the region under report are Marukawa (1908), Tanaka (1935, 1937), Yanagisawa (1941), Honjo (1952), Matsudaira and others (1955), Nakai and others (1955b).

The present paper which was planned by Mr. Z. Nakai deals with distribution of Copepoda in the region under survey on the basis of the number of individuals. The enumeration, in case of Gymnoplea, which are remarkable in amount of distribution as well as the number of species, was carried out with adult individuals by species, but in case of Podoplea, only in accordance with genera belonging to that suborder.

For some particulars concerning the research project which made this work possible, the authors wish to refer to the preceding paper by Nakai (1957) that will be appeared under the same cover. The information related with collection such as dates, stations, nets and so forth, are also described in that paper.

The amount of every haul used in the report has not been adjusted with the amount of water strained through the net in order to have data comparable with those obtained in another survey conducted in the region in July 1954 (Nakai and others, 1955b).

The present materials have become available for study through the courtesy of Dr. I. Taki of the National Science Museum, Tokyo, who proposed the plankton survey under report. Amounts of advices were given by Mr. Nakai, Chief Biologist of the Marine Resources Section, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. Here the authors profoundly appreciate these benefits bestowed upon them.

I. Species that Occurred

The numbers of species that were netted during the survey and could be identified are 66 belonging to 31 genera of Gymnoplea, and 7 genera of Podoplea.

---

* Contribution B-243 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

Incidentally these counts are in a close agreement with 67 species belonging to 26 genera resulted from the previous survey. The following are species collected on the present occasion.

Gymnoplea

Calanus finmarchicus (Gunnerus)
C. tenuicornis Dana
C. gracilis (Dana)
C. robustior Giesbrecht
C. minor (Claus)

C. darwinii (Lubbock)
C. vulgaris (Dana)
Eucalanus elongatus (Dana)
Euc. bungii cal. Johnson
Euc. attenuatus (Dana)

Euc. crassus Giesbrecht
Euc. subcrassus Giesbrecht
Euc. mucronatus Giesbrecht
Euc. subtenuis Giesbrecht
Rhincalanus nasutus Giesbrecht

Rhinc. cornutus Dana
Mecynocera clausi Thompson
Paracalanus parvus (Claus)
Parac. aculeatus Giesbrecht
Acrocalanus gracilis Giesbrecht

Acroc. longicornis Giesbrecht
Acroc. gibber Giesbrecht
Acroc. sp.
Calocalanus pavo (Dana)
Clausocalanus arcuicornis (Dana)

Clausoc. pergens Farran
Clausoc. furcatus (Brady)
Ctenocalanus longicornis Mori
Aetideus giesbrechti Cleve
Gaetanus armiger Giesbrecht

Gaetanus sp.
Undeuchaeta sp.
Chirundina sp.
Euchirella rostrata Giesbrecht
Euchaeta marina (Prestandrea)

Euch. wolfendeni A. Scott
Euch. longicornis Giesbrecht
Euch. concinna Dana
Euch. plana Mori
Euch. media Giesbrecht

Euch. flava Giesbrecht
Euch. sp.
Scottocalanus sp.
Scaphocalanus pacificus Mori
Scaphoc. echinatus Farran

Scaphoc. sp.
Scolecithricella bradyi (Giesbrecht)
Scolecithric. spinipedata Mori
Scolecithric. sp.
Scolecithrix danae (Lubbock)

Scolecithrix. sp.
Phaenna spinifera Claus
Centropages bradyi Wheeler
Centropages gracilis (Dana)
Temora discaudata Giesbrecht

Temora stylifera (Dana)
Metridia sp.
Pleuromamma abdominalis (Lubbock)
Pleur. xiphias (Giesbrecht)
Pleur. gracilis (Claus)

Pleur. sp.
Lucicutia ovalis Wolfenden
Lucicutia flavicornis (Claus)
Heterorhabdus papilliger (Claus)
Haloptilus longicornis (Claus)

Haloptilus oxycephalus (Giesbrecht)
Haloptilus sp.
Candacia longimana Claus
Cand. truncata (Dana)
Cand. pectinata Brady

Cand. curta Dana
Cand. bispinosa Claus
Cand. aethiopica Dana
Cand. pachypactyla Dana
Cand. bipinnata Giesbrecht

Cand. sp.
Labidocera japonica Mori
Pontella sp.
Acartia dana Giesbrecht
Acartia clausi Giesbrecht
Acartia spp.

Podoplea

Oithona spp.
Euterpe sp.
Oncaea spp.
Lubbockia spp.
Sapphirina sp.
Corycaeus spp.
Copilia spp.

II. Distribution of Species by Individual Counting

Using the numbers of individuals by species that occurred in the region during the survey cruise by the R. V. *Soyo-Maru*, in July 1954, Nakai and others (1955b) suggested four representative types into which Copepoda were classified in regard to their distribution, describing geographic features of everyone of the types. Another attempt was developed by Matsudaira and others (1955) with various species of plankton netted in the Kuroshio area off Shikoku in August 1954. Classifying the concentrations in water per cubic meter into six groups, they prepared figures showing the distribution patterns formed by *Calanus minor*, *C. gracilis* and *Eucalanus subtenuis* out of other copepods—the figures which fairly well match to the present ones as far as the same species are concerned. However, distributions of other species described but not illustrated by these authors do not always agree with the present occurrences.

The survey cruise by the R. V. *Soyo-Maru* was conducted in July 1954, two months earlier than the month of the present survey in the same general locality but with a little more limited scope than for the present one. Comparing the results from both surveys, one may find that the distribution patterns in some areas are considerably different between each other survey with some amounts of new findings that have been added to the knowledge gained on the earlier occasion. Part of the results is shown in figures 1 to 22 in association with oceanographical conditions made available from a survey report of the Japanese Hydrographic Office (1955).

Out of many tabulated above, 22 species have been chosen to describe their occurrences over the region in accordance with the distribution types which were brought to light through the survey conducted by the *Soyo-Maru* in July 1954 (Nakai and others, 1955b).

Type A: Species abundantly occurring inshore but scarcely in the warm current on the high sea.

A_I : Abundantly occurring inshore and a few in the cold water off Enshu-Nada but almost nil in the warm current area. Cf. *C. finmarchicus*, *Parac. parvus* (figures 2, 3).

According to workers including Nakai and others (1955b), Honjo (1952), Matsudaira and others (1955), these two species are regarded to be indices of the coastal waters that most commonly occur in that season of the year, the peculiarity having distinctly been manifested in the present survey as well. However, plentiful occurrence of *C. finmarchicus* that had been seen to the west of Aogashima (an islet) isolatedly from others in July 1954 was not observed this time. As often referred, this species is also supposed to be an important food for fish.

A_{II}; Concentrically occurring inshore, fairly numerous in the west of the cold water area with low chlorinity but almost none in the

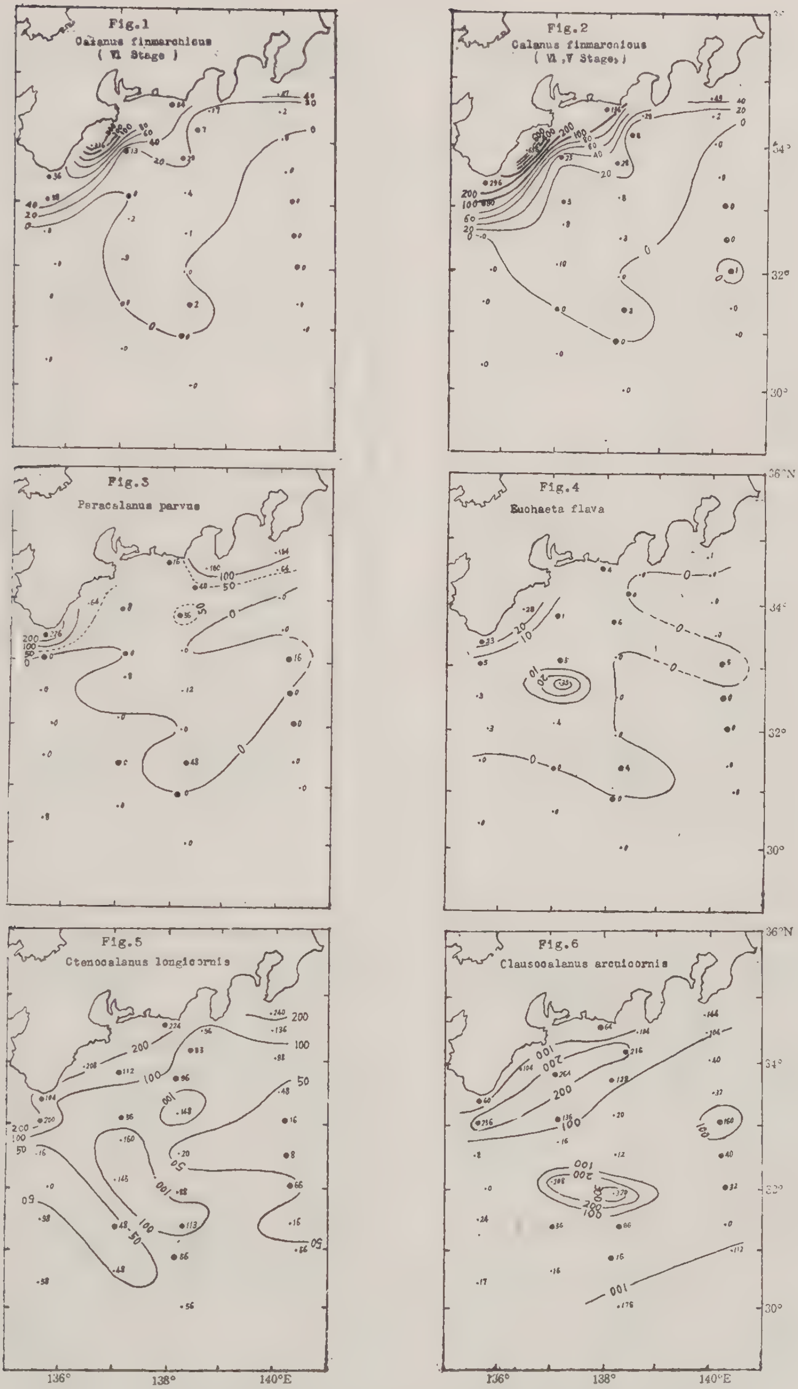


Fig.1
Calanus finmarchicus
(VI Stage)
Fig.2
Calanus finmarchicus
(VI ,V Stage)
Fig.3
Paracalanus parvus
Fig.4
Euchaeta flava
Fig.5
Ctenocalanus longicornis
Fig.6
Clausocalanus arcuicornis
36°N
34°
32°
30°
136°
138°
140°E

Figs. 1-6. Distribution of Copepoda by species. (numbers per haul) Collections were made by vertical hauls of the 45cm-plankton net from 150m depth up to the sea surface.
- • Collecting stations at daylight (0600-1800).
- ● Collecting stations at night (1800-0600).

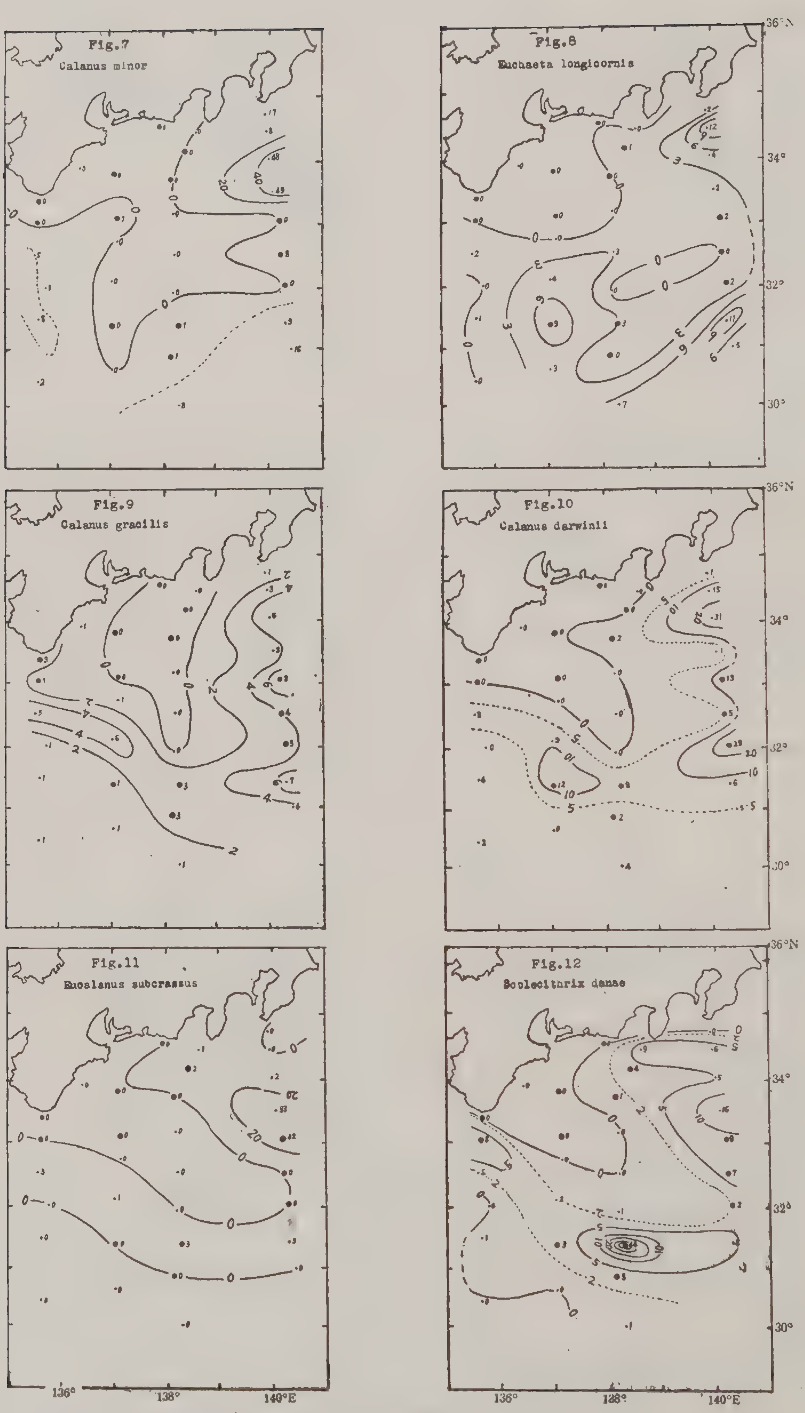


Fig.7
Calanus minor
Fig.8
Euchaeta longicornis
Fig.9
Calanus gracilis
Fig.10
Calanus darwinii
Fig.11
Eucalanus subcrassus
Fig.12
Scolecithrix danae
36°N
34°
32°
30°
136°
138°
140°E

Figs. 7-12. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 1-6 for relevant information.

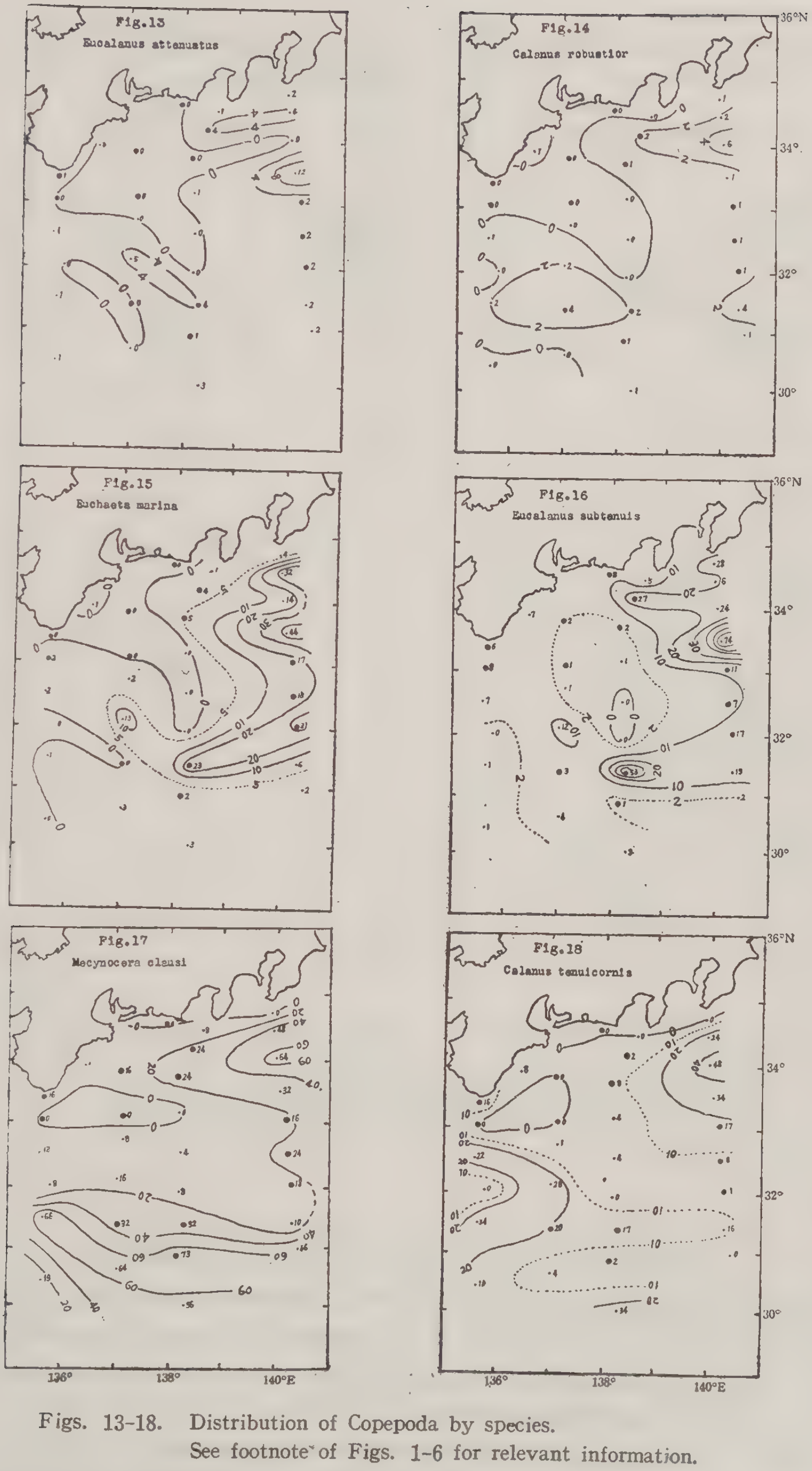


Fig.13
Eucalanus attenuatus
Fig.14
Calanus robustior
Fig.15
Euchaeta marina
Fig.16
Eucalanus subtenuis
Fig.17
Mecynocera clausi
Fig.18
Calanus tenuicornis
36°N
34°
32°
30°
136°
138°
140°E

Figs. 13-18. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 1-6 for relevant information.

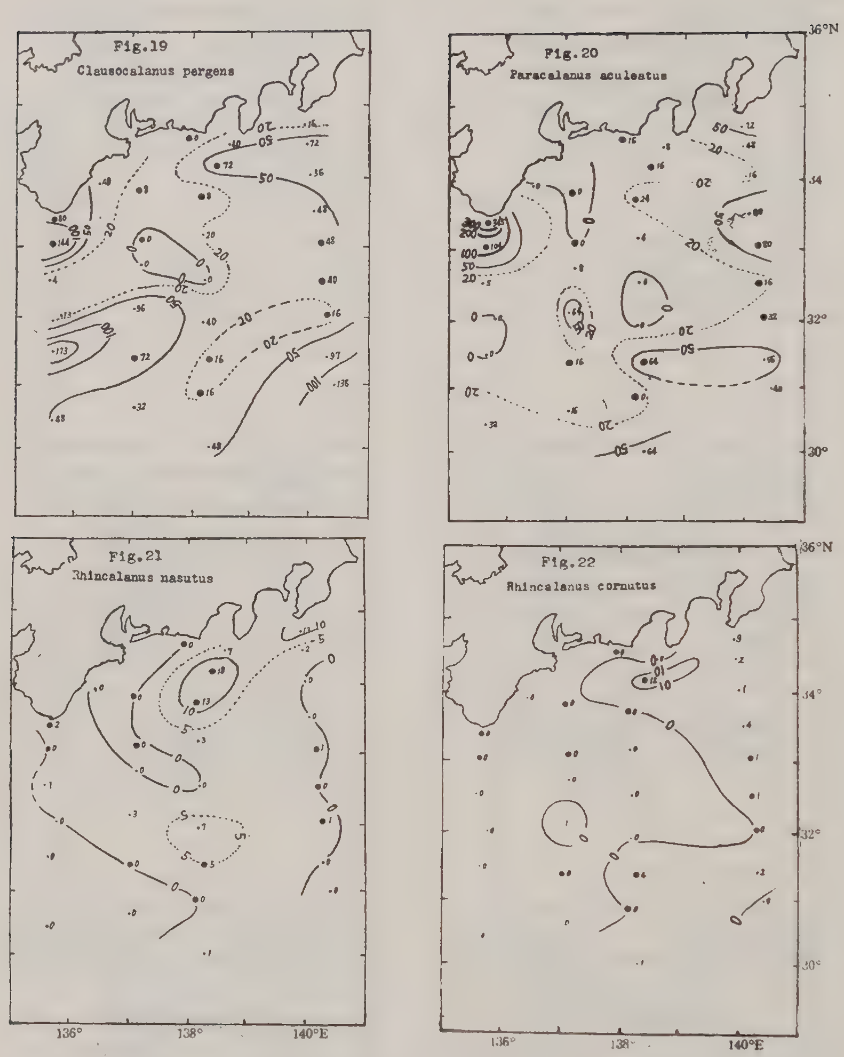


Fig.19
Clausocalanus pergens
Fig.20
Paracalanus aculeatus
Fig.21
Rhincalanus nasutus
Fig.22
Rhincalanus cornutus
36°N
34
32°
30°
36°N
34°
32°
30°
136°
138°
140°E
136°
138°
140°E

Figs. 19-22. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 1-6 for relevant information.

warm offshore current. Cf. *Euch. flava* (figure 4).

Both in July 1954 and May 1955, they occurred in amounts along two station-lines occupied in the west of the region, but very few in the high sea of the eastern part extending along station line of D series south of Nojimasaki where the warm current was prevailing.

A_{III} : Abundant along the coast and in the west of the cold water, few in the warm current, but a little more in the counter current of the Kuroshio. Cf. *Ctenoc. longicornis*, *Clausoc. arcuicornis* (figures 5, 6). The smaller-sized species, though they would follow a pattern like that of *Euch. flava*, were observed distributed barely throughout the region.

Type B: Those that concentrating on the warm current area, and plentiful on the outskirts of the cold water.

B_I : Abundant in the warm current with the center located east or south of the cold water, but hardly either in the cold water or in the coastal water west of it where chlorinity was low. Cf. *C. minor*, *Euch. longicornis*, *C. gracilis*, *C. darwinii*, *Euch. subcrassus*, *Scol. danae*, *Euc. attenuatus*, *C. robustior*, *Euch. marina* (figures 7-15).

B_{II} : Abundant in the warm current with their centers on the east or south of the cold water, but scarcely or nil inside, and yet some amounts in the west of it along the coast of low chlorinity. Cf. *Euc. subtenuis*, *Mecy. clausi* (figures 16, 17).

Types B_I and B_{II} may be interpreted as distribution patterns that they are connected with each other in transition of seasonal fluctuations. In the result of the present collections having conducted for a considerable distance seaward, it was found that the offshore stations where the organisms abundantly occurred as indicators of the warm current were extedned like a belt encircling the cold water area along its southern and eastern boundaries. This belt was observed projecting like a tongue southwardly from the offing of Suruga Bay into Enshu-Nada. In the sea south of the belt running in parallel to a latitude, most of the species occurred very few, if any, in amount, and sometime they did not occur at all. This tendency, particularly pronounced in an area along station line of E series extending south of Shionomisaki, seems to call attention for further observation.

B_{III} : Abundantly distributed all around the cold water area but not within nor in the northern inshore having low chlorinity. Cf. *C. tenuicornis*, *Clausoc. pergens*, *Parac. aculeatus* (figures 18-20).

The center of their distribution appeared to incline to E line in the western area more than types B_I and B_{II}.

Miscellaneous Type: Cf. *Rhinc. nasutus*, *Rhinc. cornutus* (figures 21, 22).

They were distributed with the center located off Suruga Bay, but relatively few in the warm offshore current and none in the cold water lying west of their center. However, a few *Rhinc. cornutus* made their appearance in the warm current area in the east, though hardly in the west.

In regard to ecology relevant to distribution of these species, however, further studies will be made in the future with the materials that have become available on the present and some other occasions.

III. Distribution of the Numbers of Species of Adult Gymnoplea

Figure 23 illustrates distribution patterns of Gymnoplea that occurred at stations under survey. The numbers of stations where more than 30 different species were netted lay outside of an area where every station had occurrences of less than 20 of various species—the area that covered north of latitude 33° N, and between longitudes 136° to 138.5° E off Enshu-Nada. At stations 552 and 505 both occupied closely to the core of the cold water mass, the occurrences were limited as few as nine species or one third of the numbers of various species which occurred in the warm offshore current. Such lack of variation in the occurrence as compared with the warm current area was also observed at station E 7 in the Kuroshio counter current and at those occupied in the coastal region. Only ten species made their appearance at station E 4.

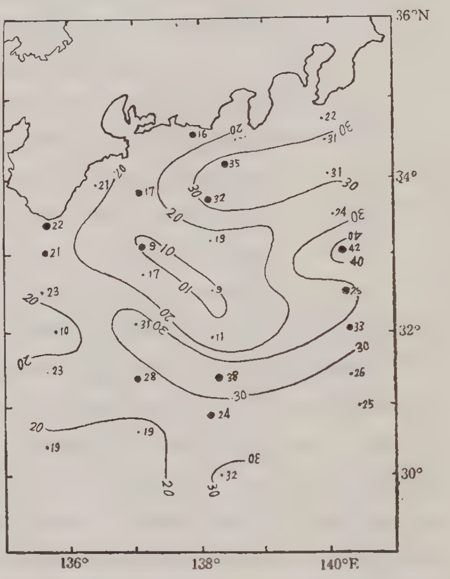


Fig. 23. Numbers of species of Gymnoplea. See footnote of Figs. 1–6 for relevant information.

Distribution patterns of adult copepods described above may be suggestive of several things. Particularly the patterns followed by types A_I and B_I would reveal their close relationships with the movement of ocean currents. Vertically netted through a 150 m-depth, the number of species of Gymnoplea which were different from area to area may possibly furnish valuable data for analysing water masses, providing that the amount of distribution and ecological factors such as vertical migration are taken into consideration. Therefore, these findings may be enough to validate a view that they are symptomatic of peculiarity that takes place in plankton distribution in the region under report in that season of the year.

Literature Cited

Honjo, K.

1952. Distribution of Copepoda in the adjacent seas of the Izu Islands during winter and spring. Jour. Oceanog. Soc. Japan, Vol. 7, Nos. 3–4. Contribution B–24 of Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (In Japanese with English abstract)

Japanese Hydrographic Office.

1956. Outline of hydrographic observation, 1955, No. 2. (Mimeographed in Japanese).

Marukawa, H.
1908. Plankton-organisms (Copepoda collected off the coasts of Prov. Boshu, Izu and Suruga). Rep. Fish. Inst. (Japan) No. 4. (In Japanese with English abstract).

Matsudaira, Y., S. Moriyasu, T. Kawamoto, F. Ueno, and K. Furuhashi.
1955. The Kuroshio in the south of Honshu. Reports of investigation for development of marine resources, 1954. ("Kuroshio" Research Group), Jap. Nat. Comm. UNESCO. (In Japanese).

Nakai, Z., S. Usami, S. Hattori, K. Honjo, and S. Hayashi.
1955a. Progress report of the cooperative ***iwashi*** resources investigations, 1949-1951. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.

Nakai, Z., N. Watanabe, S. Hattori, K. Honjo, S. Uehara, and H. Ohta.
1955b. An outline of oceanographical and biological survey in the "Kuroshio" area by the R. V. *Soyo-Maru*, July 1954. Reports of investigation for development of marine resources, 1954. ("Kuroshio" Research Group), Jap. Nat. Comm. UNESCO. (In Japanese).

Nakai, Z.
1957. An outline of biological survey and distribution of wet weight of macroplankton in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Res. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Tanaka, O.
1935. Copepoda of Sagami Bay II. Fam. Candacidae. Suisan-Gakkaiho, Vol. 6, No. 4, (In Japanese).

1937. Copepoda from the deep water of Suruga Bay. Jour. Zool. (Japan), Vol. 7, No. 2.

Yanagisawa, T.
1941. Plankton off Kii Peninsula. Jour. Oceanog. Kobe. Japan. Vol. 13, No. 1. (In Japanese).

Records of Oceanographic Works
in Japan. (Special Number)
March 1957

Distribution of Euphausiacea in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955*

By

Koji Honjo

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

Introduction

Little has been known about distribution of Euphausiacea in the "Kuroshio" area located to the south of Honshu except a few amounts of description given by Nakai and others (1955) and a report by Nakai and Honjo (1953) of the distribution in the waters around the Bonin Islands adjacent to the region under study.

On the occasion when amounts of specimens belonging to this group of plankton were collected during a survey cruise in May 1955 designed by Dr. I. Taki of the National Science Museum, Tokyo, they were entrusted for treatment to Mr. Z. Nakai, Chief of the Marine Resources Section, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. The present paper deals with an outline of observation conducted of these materials under his direction. Information relevant to collection of materials, such as methods and instruments, has been described by Nakai (1957) in a separate paper.

Here the author expresses his deep gratitudes in appreciation of encouragement extended by Dr. Taki in collecting valuable materials, and of guidances given by Mr. Nakai in various aspects of the study.

I. Species that Occurred

The organisms that occurred in the present survey have been identified to belong to four genera and 19 species tabulated below.

Euphausia	*pacifica*	H. J. H.	*Thysanoessa*	*gregaria*	G. O. S.
E.	*tenera*	H. J. H.	*Nematoscelis*	*microps*	G. O. S.
(=*E. gracilis Dana*)			*N.*	*gracilis*	H. J. H.
E.	*similis*	G. O. S.	*N.*	sp.	
E.	*recurva*	H. J. H.	*Stylocheiron*	*carinatum*	G. O. S.
E.	*mutica*	H. J. H.	*S.*	*suhmii*	G. O. S.
E. cf.	*brevis*?	H. J. H.	*S.*	*microphthalma*	H. J. H.
E.	*hemigibba*	H. J. H.	*S.*	*affine*	H. J. H.
E.	*paragibba*	H. J. H.	*S.*	sp.	
E.	spp. (2 species)				

In the table a question mark put on *Euph.* cf. *brevis* H. J. H. is meant that the particular specimen, only one of this species collected in the present survey, was found damaged.

---

* Contribution B-244 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

II. Geographical Distribution

One of the representative species in the cold current region adjacent to Japan is *Euph. pacifica*, an important food for fish and whales in the region. Geographical characteristics in their occurrence were remarkable in the areas around stations E1, E2 off Shionomisaki, and stations 500 and 504 to the north of a cold water mass off Enshu-Nada. Particularly at station 500 twenty individuals occurred and twelve at station E1 (figure 1).

Enph. similis, which also is species commonly found in waters neighboring to the country, occurred as abundantly as *Euph. pacifica* at four stations along tha coastal regions of Kumano-Nada and Enshu-Nada. In addition to them, one individaul of this species occurred at both stations 507 and D6 on the high sea (figure 1). On the one hand, it is reasonable to suppose that those planktonic organisms might be carried away under the influence of the Kuroshio from the coastal region of Kumano-Nada into the areas where they were collected. On the other hand, it was previously reported that *Euph. similis* as well as *Euph. pacifica* was found among the stomach contents of whales caught in the vicinity of the Bonin Islands (Nakai and Honjo, 1953).

According to Nakai (1957) the areas where Euphausiacea occurred more than 0.1 gr/haul in wet weight during the present survey were limited to those centering around stations 500, E1, and E2, as mentioned above. It may be evident from the above description that the predominants among the present occurrences at these stations were *Euph. pacifica* and *Euph. similis* on the basis of both wet weight determination and individual counting.

A species that occurred only in the offshore area of the warm-current was *Styl. carinatum* as indicated with a blank triangle in figure 1. Genus *Stylocheiron* to which this species belongs were sampled at every station occupied to the east of an area demarcated with a solid line and shaded with oblique lines in figure 1, but not a single specimen at stations located west of the area. The geographical peculiarity in their distribution was in a sharp contrast with that of *Euph. pacifica.*

Of *Thysanoessa gregaria* only one individual made its appearance at station D8 exclusively of others occupied during the present cruise (figure 1).

The distribution of other organisms including *Euph. tenera*, *Euph. recurva*, and *Euph. hemigibba* (figure 2), revealed tendencies all similar to the pattern of type B-1 of Copepoda which has been shown on the basis of the material obtained on the same occasion (Honjo and others, 1957). The patterns are indicative of their being warm current species with such a peculiarity that they were distributed encircling the cold water mass and appeared as if to form a sort of the tongue that protruded out of the Izu Island area into the offshore of Suruga Bay. Not plotted in figure 1 are occurrences of *Euph. mutica*, an individual at both stations D5 and 503; *Euph. paragibba* and *Euph.* of *brevis*?

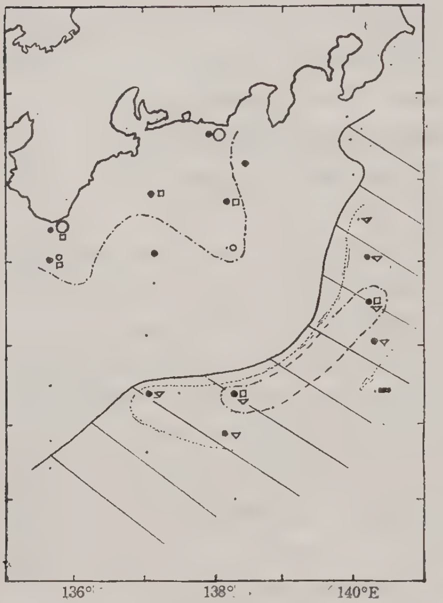


Fig. 1. Distribution of four species of Euphausiacea.

○ *Euphausia pacifica* (○ shows the stations where more than 10 individuals of *E. pacifica* per haul were collected.)

□ *Euphausia similis*

▬ *Thysanoessa gregaria*

▽ *Stylocheiron carinatum*

The oblique shade shows the region where *Stylocheiron* were collected.

For relevant information see footnotes of figures 1–6 in the preceding paper by Honjo and others (1957).

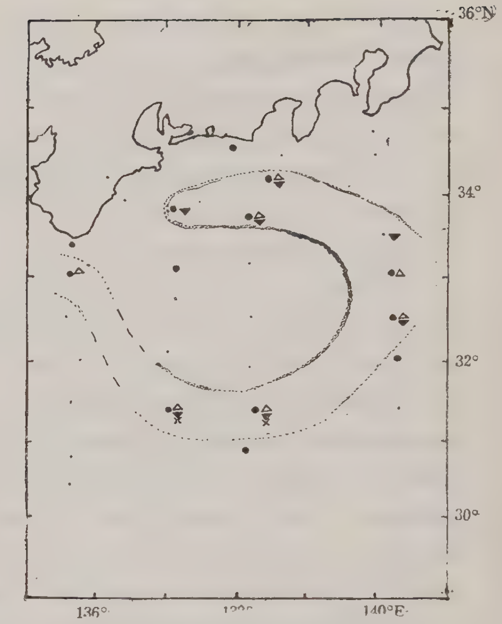


Fig. 2. Distribution of three species of *Euphausia.*

△ *Euphausia tenera*

▼ *E. recurva*

× *E. hemigibba*

For relevant information see footnotes of figures 1–6 in the preceding paper by Honjo and others (1957).

each one at stations D6 and 507, respectively. Occurrences of most of these species, if any at a station under survey, were so limited as to one or two, and even at best, not more than six in number.

A few species of *Nematoscelis* that ever occurred during the survey were *N. gracilis* and *N. microps*, one for each, at stations E1, 551, and D5.

When interpreting the distribution of some of organisms in the region under report, there are limiting factors one has to take into consideration. The one is that the depth of every haul taken on the present occasion was from a 150 m-layer up to the surface. The other is that plankton such as Euphausiacea were observed occurring mostly at night as shown in figures 1 and 2. For this reason, it remains to be seen whether or not the above ocurrences represent their true distribution in the region.

Literature Cited

Honjo, K, H. Ohta, T. Kidachi, K. Umeda, and S. Kudoh.
1957. Distribution of Copepoda in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Nakai, Z, and K. Honjo.
1953. Plankton and their relation to distribution of whales in Hokkaido, Sanriku and Bonin regions, 1950-1952. Commit. for the Improvement of Equipment of Whaling Vessels. (Mimeographed in Japanese)

Nakai, Z, S. Usami, S. Hattori, K. Honjo, and S. Hayashi.
1955. Progress report of the cooperative *iwashi* resources investigations, 1949-1951. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.

Nakai, Z.
1957. An outline of biological survey and distribution of wet weight of macroplankton in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Records of Oceanographic Works
in Japan, (Special Number)
March 1957

Holoplanktonic Gastropoda in the " Kuroshio " Area, South of Honshu, May 1955.*

By

Takashi Okutani
Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

1. Introduction

Considerable amounts of reports on pelagic gastropods have been published in regard to their taxonomy and distribution—including those by Pelseneer (1887) and Smith (1888) on the materials of the *Challenger*, by Tesch (1904, 1906) of the *Siboga*, by Shiemenz (1906, 1911) of the *Plankton-Expedition* and by Tesch (1948, 1949) of the *Dana* and so forth. As yet very little information has been available as to the taxonomy or distribution of pelagic gastropods in Japanese waters.

As one of research projects for enhancing the productivity of the ocean designed by the Japanese National Commission for UNESCO, Dr. I. Taki of the National Science Museum, Tokyo, directed a collection of plankton materials during the navigation for oceanographical observation conducted by the R. V. *Meiyo-Maru* of the Japanese Hydrographic Office in an area south of Honshu, main land of Japan, in May 1955. He entrusted Mr. Z. Nakai of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory with studies to be conducted on the basis of the materials then collected.

The present paper is devoted to a study on the holoplanktonic Gastropoda, *i. e.*, gastropods which live planktonic life throughout the whole course of their lives, excluding other gastropods that are pelagic only in their stages of swimming larvae. The materials used for the study were mostly fished by horizontal tows of the 1.3 m-larval net (" Maruchi A-Type ") during the cruise.

Detailed information relevant to the collection such as dates, positions of biological stations, nets used and treatments of material and hydrographical condition of the area under survey at that time are described by Nakai (1957) somewhere else.

The author wishes to express his sincere gratitude to Dr. Taki who proposed the collection of valuable materials. This work was conducted under the design by Mr. Nakai to whom the author owes much for his constant guidance in the course of the study.

---

* Contribution B-245 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

II. Specific Composition

Among the materials, there occurred 13 prosobranchian species excluding unidentified ones because of damages on shells, and 17 opisthobranchian species.

Species belonging to *Janthina** are *J. janthina* (Linné) (syn. *J. balteata* Reeve), *J. prolongata* Blainville (syn. *J. globasa* Swainson) and *J. umbilicata* d'Orbigny. Besides those, a number of young shells of this genus were collected from one station. Out of the materials, several young shells of some other gastropods, though not referred in this paper were found.

There occurred 122 individuals of Heteropoda, comprised in 3 families, 6 genera, 10 species. Among them following species were found in comparatively large number ; they are, *Atlanta peroni* Lesueur 57 (46.6%), *Atlanta lesueuri* Souleyet 15 (12.3 %), *Atlanta gaudichaudi* Souleyet 12 (9.8%) and *Pterotrachea hippocampus* Philippi 10 (8.2 %). The percentage among *Atlanta* species are calculated as tabulated below respectively. For comparison with this, the data obtanied from the specimens collected by the R. V. *Syunkotu-Maru* from Bikini area (depth 0–150 m) calculated by Tokioka (1955) are shown.

Species	Area under survey	Bikini area: Tokioka (1955)
A. peroni Lesueur	55.3 %	27 %
A. lesueuri Souleyet	14.6	47
A. gaudichaudi Souleyet	11.6	2
A. inclinata Souleyet	5.8	9
A. inflata Souleyet	1.9	4
A. turriculata d'Orbigny	—	10

Discrepancy in specific composition between those two surveys might be caused by the difference of covering areas, depth and methods of collections. It may generally be said that *A. peroni* and *A. lesueuri* were commonly distributed in the whole neighbouring seas.

The most interesting finding from the Heteropoda was a juvenile of *Pterosoma planum* Lesson, which measures only 4 mm in entire length. As literatures which describe such juvenile of this species are scarce, a figure and description are inserted in the later part of this report.

An opisthobranchian species that does not belong to Pteropoda is *Glaucus marinus* (Dupont). Almost all 16 species of pteropods that occurred are *Pteropoda Thecosomata* except one *Gymnosomata*. The chief members of the thecosomatous pteropods are 207 *Creseis* belonging to 4 subspecies and 35 *Cavolina* to 5 species.

As the bulk of *Creseis* specimen were found broken, it was quite a task to determine the subspecies. Overwhelming majority of *Creseis* is *C. acicula*

---

* Specific name of *Janthina* is based on Laursen (1953).

Table 1. Holoplanktonic Gastropoda taken by horizontal larval net towed for 5 minutes at ca. 2 knots

Subclass		St. *	501(1)	500	550	E 1	E 3	E 4	E 5	556	555
		Date	V-13	V-14	V-16	V-17	〃	〃	〃	V-18	〃
		Time	1809	0110	1615	0046	0949	1358	1817	1600	2338
Prosobranchia		*Janthina janthina* (Linné)	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		Jant. prolongata Blainville	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jant. umbilicata d'Orbigny	—	—	—	—	—	3	1	—	—
		Jant. sp. larva	—	3	—	—	—	—	—	—	27
	Superfam. Heteropoda	*Pterotrachea hippocampus* Philippi	—	—	—	—	1	—	—	—	—
		Pt. minuta Bonnevie ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Firoloida desmaresti Lesueur	1	—	1	—	—	—	—	—	—
		Pterosoma planum Lesson	1	—	—	—	—	—	—	—	—
		Atlanta inclinata Souleyet	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		At. lesueuri Souleyet	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		At. inflata Souleyet	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		At. peroni Lesueur	—	—	—	—	—	—	—	—	15
		At. gaudichaudi Souleyet	—	—	—	—	—	—	12	—	—
		At. sp. (destroyed)	—	7	—	—	—	1	—	—	—
		Oxygyrus keraudreni (Lesueur)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Opisthobranchia		*Glaucus marinus* (Dupont)	—	—	—	—	—	2	—	—	—
	Ord. Pteropoda	*Creseis acicula acicula* Rang	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Cr. acicula clava Rang	42	—	1	—	—	1	6	1	2
		Cr. virgula virgula Rang	—	—	—	—	—	—	4	1	—
		Cr. virgula conica Eschscholtz	10	—	2	—	—	—	7	—	—
		Styliola subula (Quoy et Gaimard)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Euclio pyramidata (Linné)	—	—	—	2	—	—	—	—	—
		Diacria trispinosa (Lesueur)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		D. quadridentata (Lesueur)	—	—	—	—	—	2	—	—	—
		Cavolina inflexa (Lesueur)	—	—	1	2	—	—	—	—	—
		Cav. globulosa (Rang)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Cav. gibbosa (Rang)	—	—	1	—	—	—	—	—	—
		Cav. longirostris angulata Souleyet	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Cav. tridentata f. *affinis* d'Orbigny	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Limacina bulimoides (d'Orbigny)	—	1	—	—	—	—	—	—	—
		Hyalocylix striata Rang	3	—	—	—	—	—	—	—	—
		Pteropoda Gymnosomata sp. unknown	3	—	—	—	—	—	—	2	—
		Number of Species	6	3	5	2	1	5	7	3	3
		Number of Individuals	60	11	6	4	1	9	32	4	44

The following stations where none of these groups occurred are omitted from the table : E 2, E 7, 554, 553, 551, 505, 509, D 8, and D 3.

surface tows of the 1. 3m-

(numbers per haul).

552 V-19 1839	501(2) V-24 1801	502 〃 2234	503 V-25 0322	504 〃 0825	506 〃 1807	507 V-26 0001	508 〃 0518	D9 V-27 0656	D7 〃 1850	D6 〃 2324	D5 V-28 0313	D4 〃 0632	D2 〃 1448	D1 〃 1825	No. of Ind.	No. of Sts.
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	10	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	6	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	15	2
—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
1	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	11	—	—	—	57	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	1
—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	11	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
6	—	—	—	—	—	—	4	1	96	—	—	—	1	2	163	10
—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5	—	12	6
4	1	—	—	1	1	—	—	—	3	—	—	1	1	—	31	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	14	1
—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	6	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	2	1	—	—	—	9	7
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	21	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	4	2
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	3
4	2	2	2	3	3	2	2	1	14	3	3	2	3	2	32	
15	2	2	2	3	4	3	5	1	200	4	13	2	7	3	437	24

— : No occurrence.

* Positions of stations are tabulated by Nakai (1957, table 1).

clava Rang (6–10 mm in length) that occupies 76 % in number; *C. virgula conica* Eschscholtz 14.6 %; *C. virgula virgula* Rang 8.2 %; *C. acicula acicula* Rang is scanty. Of *Cavolina* shells, *C. gibbosa* (Rang) is the most numerous, followed by *C. inflexa* (Lesueur). *C. globulosa* (Rang), *C. longirostris angulata* Souleyet and *C. tridentata* f. *affinis* d'Orbigny occurred one for each. *C. unicinata* Rang which was prevalently distributed in the neibouring waters was not found in this survey ; *Diacria quadridentata* (Lesueur) and *D. trispinosa* (Lesueur) occurred but in small number.

The numbers of species collected by the *Challenger*, the *Plankton-Expedition*, the *Dana* and those under survey are tabulated below for comparison.

Name of Expedition	Under this survey	Challenger Exp.	Plankton Exp.	Dana Exp.
Date	1955	1873–76	1889	1828–30
Area	Kuroshio	Atlantic-Pacific	Atlantic	Indo-Pacific
Heteropoda	10	15 (Smith, 1888)	11 (Schiemenz, 1911)	22 (Tesch, 1949)
Pteropoda Thecosomata	15	28 (Pelseneer, 1887)	23 (Schiemenz, 1906)	30 (Tesch, 1948)

Species of gymnosomatous pteropods is not yet identified.

Occurrence of the whole species of holoplanktonic gastropods by station taken by the 1.3 m-larval net is shown in table 1.

Very small numbers of *Creseis* were taken by vertical hauls of a 45cm-plankton net from a 150 m depth up to the surface. Besides these, *Corolla spectabilis* Chun ? and *Clione* sp. were collected by it. The results obtained are shown in table 2. In table 2, asterisks show the species that did not occurr in horizontal collection shown in table 1. Positions of the stations and dates etc. are tabulated by Nakai (1957, table 1) as mentioned before.

Table 2. Holoplanktonic Gastropoda taken by vertical hauls of the 45 cm-plankton net from a 150 m depth up to the sea surface (number per haul).

	Species \ St.	E 3	507	509	D 9	D 7	D 5	D 1	Total
Pteropoda	*Creseis* spp.	—	16	1	—	10	—	1	28
	Clione sp. *	1	—	—	—	—	—	—	1
	Corolla spectabilis Chun ?*	—	—	—	—	—	1	—	1
Heteropoda	*Pterotrachea minuta* Bonnevie	—	—	—	1	—	—	—	1
	Firoloida desmaresti Lesueur	—	—	—	—	—	2	—	2

III. Distribution

Gastropoda were collected from 24 stations out of 33 occupied. From St. D7, 200 individuals, the largest in number, or 46 % of the whole, were collected. Such an excessive occurrence seems to have depended on the hydrographical conditions. Distribution of Heteropoda is shown in figure 1 and that of Pteropoda of genera *Cavolina*, *Diacria* and *Euclio* in figure 2.

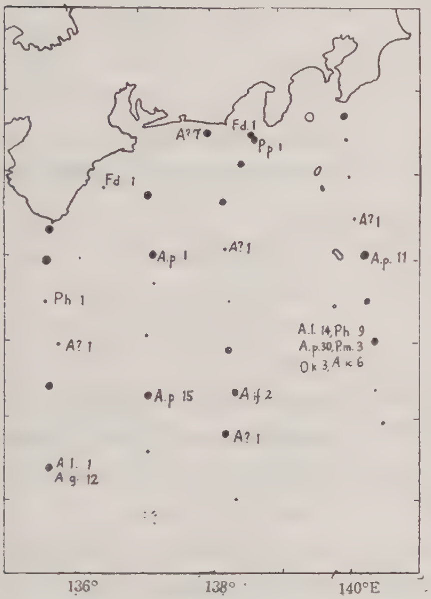

A?7
Fd 1
Pp 1
Fd 1
A?1
A.p 1
A?1
A.p. 11
Ph 1
A?1
A.l. 14, Ph 9
A.p.30, P.m. 3
O k 3, A ic 6
A.p 15
A.if 2
A? 1
A l. 1
A g. 12
136°
138°
140°E

Fig. 1. Distribution of Heteropoda taken by horizontal surface tows of the 1.3m-larval net towed for 5 minutes at ca. 2 knots.
· Collecting stations at daylight(0600-1800).
● Collecting stations at night (1800-0600).
P. h., *Pterotrachea hippocampus*; P. m., *Pterotracha minuta*; P. p., *Pterosoma planum*; F. d., *Firoloida desmaresti* A. ic., *Atlanta inclinata*; A. l., *At. lesueuri*; A. if., *At. inflata*; A. p., *At. peroni*; A. g., *At. gaudichaudi*; A. ?, *At.* sp.; O. k., *Oxygyrus keraudreni*.

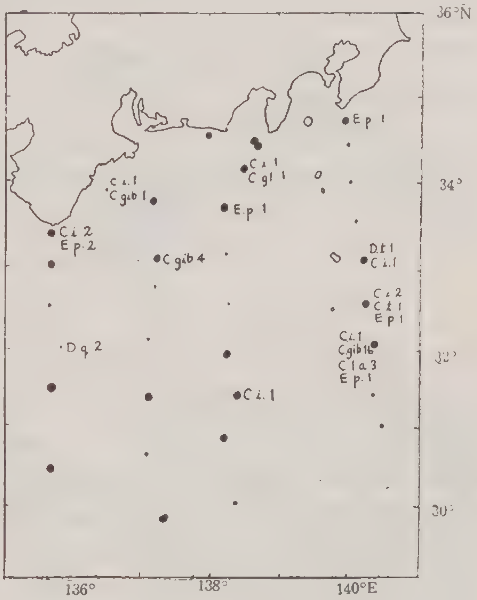

36°N
E p 1
C i 1
C gl 1
C i. 1
C gib 1
E p 1
34°
C i 2
E p. 2
C gib 4
D.t 1
C i.1
C i 2
C t 1
E p 1
D q 2
C i.1
C gib 16
C l a 3
E p. 1
32°
C i. 1
30°
136°
138°
140°E

Fig. 2. Distribution of *Euclio*, *Diacria* and *Cavolina* taken by horizontal surface tows of the 1.3m-larval net towed for 5 minutes at ca. 2 knots.
· Collecting stations at daylight(0600-1800).
● Collecting stations at night (1800-0600).
E. p., *Euclio pyramidata*; D. t., *Diacria trispinosa*; D.q., *Diac. quadridentata*; C. i., *Cavolina inflexa*; C. gl., *Cav. globulosa*; C. gib., *Cav. gibbosa*; C. l. a., *Cav. longirostris angulata*; C. t., *Cav. tridentata*.

The surface temperature at most of collecting stations ranged from 20°C to 23° C. In a peculiar case, however, some *Atlanta* were collected at a low temperature, 16.8° C, from St. 500. According to the author's experiences, the occurrence of the planktonic Gastropoda would be found different between daylight and night. In consideration of this, the occurrences at daylight and night stations under study are shown below.

Number of station occupied	Heteropoda No. of coll. st.	 No. of species	 No. of indiv.	Pteropoda No. of coll. st.	 No. of species	 No. of indiv.
Whole 33 (100 %)	14	11	122	23	16	276
Daylight 15 (45.5 %) (0600-1800)	5	3	5	7	5	23
Night 18 (54.5 %) (1800-0600)	9	10	117	16	15	253

Next, the ratios of the collecting stations to the whole stations occupied are as follows.

	Heteropoda	Pteropoda
Daylight (15 Sts.)	33.3 %	46.6 %
Night (18 Sts.)	50.0 %	89.0 %

From above tables, it becomes clear that the large numbers of Heteropoda and Pteropoda are collected at night by horizontal surface tow. No information has been known regarding the gastropods that likely come up to the surface after sunset and are captured by the nets.

Take for instance, *Atlanta peroni* Lesueur. They were the most abundant among the heteropodous gastropods and collected from 4 stations at night exclusively. In case of *Creseis* collected most abundantly among Pteropoda, despite the same numbers of the stations occupied for both daylight and night collections, only five individuals occurred at daylight in contrast to 153 at night.

Regarding to horizontal distribution of these animals, the mean numbers of individual per station occupied and per collecting station are shown below.

	Mean number of Heteropoda per station (st. occupied)	 (st. coll.)	Mean number of Pteropoda per station (st. occupied)	 (st. coll.)
Total	3.69	8.71	8.36	12.00
Daylight	0.33	1.00	1.54	3.28
Night	6.51	13.00	14.05	14.07

About the distribution of Janthinidae, Nakai and others (1955) reported that a great number of larval shells of this group occurred during a survey by the R. V. *Soyo-Maru* in July, 1954 concentrically in the area of a cold water mass in Enshu-nada. In the present survey, 27 larval shells were fished by the 1.3m-larval net from St. 555 but none of them by the 45cm-plankton net.

IV. A Juvenile of *Pterosoma planum* Lesson

According to Tesch (1906), *Pterosoma planum* was described by Lesson in 1830. Since then amounts of information about this species had been given by authors such as Hedley (1895), Crosse (1897), etc. until Tesch (1949) could arrange those results previously obtained, describing distribution and so forth on the basis of the materials collected by the *Dana*. Though the animal of original designation is said to be 80 mm in length, no individual that attained such large size has not been known since then. Hedley (1895) is the first that has ever figured a protoconch of this species (*loc. cit.*, fig. 2) from a specimen, 30 mm in length, fished off Sydney. Tesch (1906) established a new species under the name of *P. challengeri* (*loc. cit.*, p. 22, pl. III, fig. 75) on the basis of a small specimen of this species. Afterward (1949) he clarified of this not to be a new but the same species, *planum*. Besides, Tesch figured a shell born by an animal having attained 3–4 mm in length (*loc. cit.*, p. 34. fig. 27) exclusively of the tail, but with no description about the animal itself.

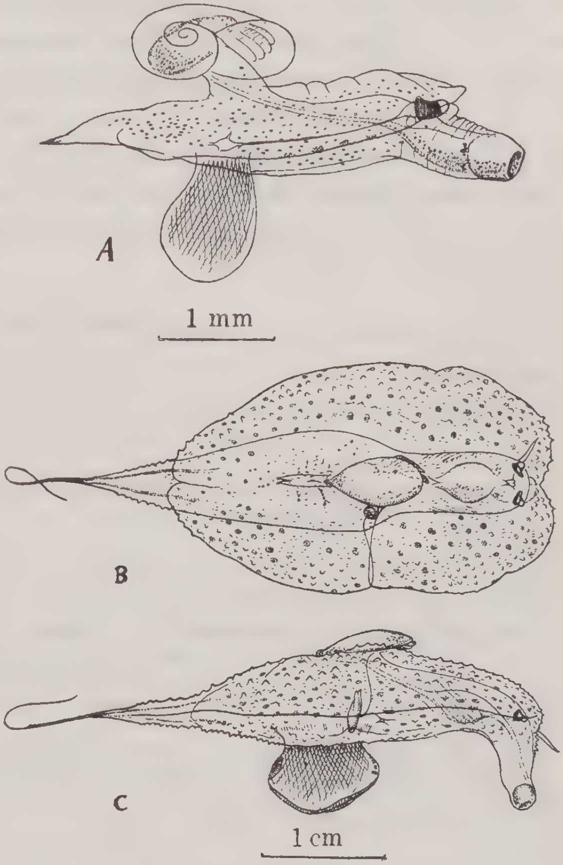


Fig. 3A–C. *Pterosoma planum* Lesson.
A. Juvenile, 4mm in entire length : Collected by the *Meiyo-Maru*.
B–C. Adult (♂), 48mm in entire length : Collected by the *Nachi-Maru*.

In the recent survey, a specimen collected from St. 501 is a juvenile having attained only 4 mm in entire length as mentioned before. As its peculiar appearance interested the author, a figure of the specimen was prepared, with that of an adult specimen for comparison. The specimen may be described like this :

Body transparent, depressed and discoid in shape, 4 mm in entire length, 2.2 mm in width, 1 mm in thickness, the marginal part of the body a little edged, ovate in outline, surface smooth without such tubercle as to be found on the body surface of an adult ; minute, white, opaque dots sparsely scattered beneath the cutis, dots leaf-like or needle-like in shape, ca. 20–30 μ in length, which attain 200–250 μ in an adult (there will be found other large spots on the body surface of an adult) ; no tentacle, notwithstanding an adult provided with right tentacle ; eye not differs in shape from that of an adult, comparatively large to the size of the body itself, retinal part broad in width, lens 150 μ in diameter ; reproductive organ indistinct ; no fiber tapering at the tip of the tail as an adult ; fin quadrilateral in shape bearing no sucker ; shell. the coiled part only, coiling 1½, 1.1 mm in diameter, which grows like *Zeidora* in shape in an adult ; in spite of Tesch describing that an inner whorl shows a few radiating ridges, no such a sculpture observed on it ; cerebral and pedal ganglia quite visible, rather large in size ; cerebro-pedal connective also visible through the cutis ; musculature not so distinct as that of an adult.

The specimen was collected from the surface at lat. 34°47.2′N, long. 138°31′ E ; water temperature 20.0°C (figure 3A). The adult specimen, about 4 cm in entire length, figured for comparison, was collected from the surface, at lat. 30°47.2′N, long. 135°49.0′E on March 30, 1955 ; water temperature 19.5°C (figures 3B–C).

Literature Cited

Croese, H.

1896. Note sur le genre *Pterosoma* de Lesson. Jour. Conchyl., Vol. 44, No, 1 (cited from Tesch, 1949).

Hedley, C.

1895. *Pterosoma* Lesson claimed as a Heteropoda. Proc. Malac. Soc. London, Vol. 1, No. 7, PP.333–335, figs. 1–4.

Laursen, D.

1953. The genus *Janthina*. Dana Rep. No. 38, PP. 1–40, Pl. 1, figs. 1–41.

Nakai, Z. N. Watanabe, S. Hattori, K. Honjo, S. Uehara, and H, Ohta

1955. An outline of oceanographieal and biological survey in the "Kuroshio" area by the R. V. *Soyo-Maru*, July 1954. Reports of investigation for development of marine resources, 1954 ("Kuroshio" Research Group), Jap. Nat. Comm. UNESCO, PP. 88–110, figs. 1–17. (In Japanese)

Nakai, Z.

1957. An outline of biological survey and distribution of wet weight of macroplankton in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Pelseneer, P.

1887. Report on the Pteropoda collected by H. M. S. Challenger during the years 1873–76. II. The Thecosomata. Zool. Chall. Exp., Part LXV, pp. 1–132, pls. 1–2, figs. 1–2.

Schiemenz, P.

1906. Die Pteropoden der Plankton–Expedition, pp. 1–38, pls. 1–3, figs, 1–2.

1911. Die Heteropoden der Plankton-Expedition, pp. 1–13, pl. 1.

Smith, E. A.

1888. Report on the Heteropoda collected by H. M. S.Challenger during the years 1873–76. Zool. Chall. Exp., Part LXXII, pp. 1–47, figs. 1–5.

Tesch, J. J.

1904. The Thecosomata and Gymnosomata of the Siboga-Expedition. Siboga-Exp. Monogr. 52, pp. 1–92, pls. 1–6 (cited from Schiemenz, 1906).

1906. Die Heteropoden der Siboga-Expedition. Siboga-Exp. Monogr. 51, pp. 1–112, pls. 1–14.

1948. The Thecosomatous Pteropods. II. The Indo-Pacific. Dana Rep. No. 30, pp. 1–45, pls. 1–3, figs. 1–34.

1949. Heteropoda. Dana Rep. No. 34, pp. 1–53, pls. 1–5, figs. 1–44.

Tokioka, T.

1955. On some plankton animals collected by the Syunkotu-maru in May-June 1954. II. Shells of Atlantidae (Heteropoda). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., Vol. Nos. 2–3, pp. 227–236, pls. XV–XVI, figs. 1–5

Records of Oceanographic Works
in Japan, (Special Number)
March 1957

Fish Larvae and Eggs in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, May 1955.*

By

Shigemasa Hattori, Taisuke Watanabe and Takashi Okutani

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

I. Introduction

In respect to the distribution of pelagic fish larvae and eggs in an area of the Kuroshio extending from Shio-no-misaki to Nojima-saki a few papers have been prepared by Konishi (1935), Nakai and others (1955a and b), and the staff of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory (1955).

As one of the research projects for enhancing the productivity of the ocean designed by the Japanese National Commission for UNESCO, specimens of plankton, fish larvae and eggs were collected by Mr. I. Ohyama under the direction of Dr. I. Taki during the navigation for oceanographical observation conducted by the R. V. *Meiyo-Maru* of the Japanese Hydrographic Office in an area south of Honshu in May 1955.

This report deals with fish larvae and eggs collected at that time under the schedule designed by Mr. Z. Nakai, whom Dr. I. Taki entrusted with the treatments of materials. Such details on collection as dates, positions of the stations, nets used and methods of collections are also described in the preceding paper (Nakai, 1957).

The authors wish to acknowledge their deep obligations to Dr. I. Taki, the National Science Museum, Tokyo, who encouraged the collection of valuable materials and to Mr. Z. Nakai, Chief Biologist of the Marine Resources Section of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory who gave them constant guidances in the course of study. Thanks are also due to Mr. K. Fujimoto of the Section for his much help in the treatments of material.

II. Fish Larvae and Eggs Collected by the 1.3m-Larval Net ("Maruchi A-Type")

The occurrence and geographical distribution of fish larvae and eggs collected by horizontal tows of the 1.3m-larval net are described below. When deemed necessary, vernacular common names of species are placed in succession to their scientific names. They are tentatively spelled in Hepburn's Romanized letter and enclosed in quotations.

---

* Contribution B-246 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

Table 1. Fish larvae taken by horizontal surface tows of the 1.3m-larval net towed for 5 minutes at ca. 2 knots (numbers per haul).

Station*		501(1)	500	550	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 7	556	555	554	553	552	551	501(2)	502
Species	Date Time	V-13 18.09	V-14 01.10	V-16 16.15	V-17 00.46	〃 04.40	〃 09.49	〃 13.58	〃 18.17	V-18 06.53	〃 16.00	〃 23.38	V-19 07.02	〃 14.12	〃 18.39	V-20 00.56	V-24 18.01	〃 22.34
Engraulis japonica (Houttuyn)		1	26	2	10	22	—	—	—	—	—	—	1	—	1	5	1	34
Diplophos sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gonostoma sp.		—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	8	—	—	—	—	—	—
Maurolicus sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stomias sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trachinocephalus myops (Schneider) ?		—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Myctophum affine (Lütken)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	87	1	93
M. asperum Richardson		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Centrobranchus nigro-ocellatus (Günther)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	1	—	—	3
Myctophidae		—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Belonidae		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cololabis saira (Brevoort)		1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
Exocoetinae		—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prognichthys sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cypselurinae		—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Exocoetidae		—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Macrorhamphosus scolopax (Linné)		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trachipterina		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pneumatophorus sp.		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trachurus japonicus (Temminck et Schlegel)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Other Caranginae		1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seriola quinqueradiata Temminck et Schlegel		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seriola sp.		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mylio sp.		—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Blenniidae		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Brotulidae		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Labridae		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Labrina		—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bothidae		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oncocephalidae		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Species unknown	Numbers of individual (Numbers of species)	—	1 (1)	1 (1)	—	1 (1)	1 (1)	2 (1)	—	—	—	2 (2)	1 (1)	—	1 (1)	—	2 (1)	6 (3)
Total	Numbers of individual (Numbers of species)	3 (3)	30 (5)	8 (6)	13 (3)	25 (3)	2 (2)	15 (6)	1 (1)	3 (1)	0	23 (7)	5 (4)	0	3 (3)	95 3)	6 (5)	136 (6)

Table 1. Fish larvae taken by horizontal surface tows—(Continued.)

Station*	503	504	505	506	507	508	509	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	
Species / Date Time	V-25 03. 22	〃 08. 25	〃 13. 15	〃 18. 07	V-26 00. 01	〃 05. 18	〃 11. 02	V 27 06. 56	〃 11. 21	〃 18. 50	〃 23. 24	V-28 03. 13	〃 06. 32	〃 10. 43	〃 14. 48	〃 18. 25	Total
Engraulis japonica (Houttuyn)	13	2	—	—	45	—	—	—	—	—	37	4	2	—	—	1	207
Diplophos sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Gonostoma sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	22
Maurolicus sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—	17
Stomias sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	5
Trachinocephalus myops (Schneider) ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Myctophum affine (Lütken)	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	—	—	252
M. asperum Richardson	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
Centrobranchus nigro-ocellatus (Günther)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	15
Myctophidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	1	—	—	—	—	6
Belonidae	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cololabis saira (Brevoort)	10	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	1	—	—	1	—	21
Exocoetinae	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	5	1	—	16
Prognichthys sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cypselurinae	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	7
Exocoetidae	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	5
Macrorhamphosus scolopax (Linné)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Trachipterina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Pneumatophorus sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Trachurus japonicus (Temminck et Schlegel)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
Other Caranginae	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	7
Seriola quinqueradiata Temminck et Schlegel	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Seriola sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	3
Mylio sp.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Blenniidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2
Brotulidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Labridae	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Labrina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Bothidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Oncocephalidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Species unknown — Numbers of individual (Numbers of Species)	1 (1)	—	—	—	—	—	—	—	1 (1)	—	—	6 (2)	—	1 (1)	—	—	27 (10)
Total — Numbers of individual (Numbers of species)	77 (9)	3 (2)	0	1 (1)	46 (2)	2 (2)	2 (1)	0	5 (4)	5 (2)	73 (6)	49 (11)	2 (1)	6 (2)	2 (2)	2 (2)	643 (40)

—: No occurrence. * Positions of stations are tabulated by Nakai (1957, Table 1).

A. Fish Larvae

(i) The Numbers of Species and Individuals Collected

Of 643 individuals belonging to 40 species* of fish that occurred during the survey cruise, more than 70 % were represented by two species (table 1). One of them was *Myctophum affine* (Lütken), "susuki-hadaka," comprising 252 individuals (39.2 %); the other, anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn), "katakuchi-iwashi," 207 individuals (32.2 %). They also had been the dominant in this order among the collection in the previous survey in July 1954.

The number of saury larvae, *Cololabis saira* (Brevoort), "samma," was 21 corresponding to 3.3 %. It was difficult to determine the species of flying fishes. Among 29 (4.5 %) larvae of flying-fishes belonging to the family Exocoetidae, 1 (0.2 %) was identified as a species of the genus *Prognichthys*, 16 (2.5 %) as the members of the subfamily Exocoetinae, 7 (1.1 %) as Cypselurinae, and 5 (0.8 %) small sized larvae were not determined as to even the subfamily they belong to.

The species of mackerel, *Pneumatophorus* sp., "saba," occurred 1 (0.2 %); horse mackerel, *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) "ma-aji," 2 (0.3 %); and yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, "buri," 6 (0.9 %). Neither larvae of sardine, *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel), "ma-iwashi," nor those of round herring, *Etrumeus micropus* (Temminck et Schlegel) "urume-iwashi" occurred.

(ii) Geographical Distribution

The horizontal distribution of the whole species of larvae is plotted in figure 1. Figures 2–6 show the distributions of following species, *Engraulis japonica*, *Cololabis saira*, *Pneumatophorus* sp., *Trachurus japonicus*, *Seriola quinqueradiata* and flying fishes belonging to family Exocoetidae that are all important for fisheries, and fishes of Myctophidae including *Myctophum affine* most abundantly collected.

Whole species of fish larvae : In respect of the distribution of the whole species of larvae shown in figure 1, one of the most densely populated areas is the coastal region of Enshu-nada, and the other is an area extending from a water 200 miles off Omae-saki to Hachijo-jima (Island). In the former area they were distributed more densely than in the latter except in the cold water area.

As will be mentioned in the forthcoming part, the denseness in the region depends upon distribution of anchovy and Myctophidae. However, among the fishes collected from the region, some were found to come up to the surface by night just as Nakai and others (1955b) reported on the basis of the surface collections in July, 1954. At this recent survey, fish larvae were collected from everyone of 18 stations occupied at night (1800-0600), but none of them from 4 stations out of 15 occupied at daytime. Besides, the mean numbers per station indicate 3.5 in daytime against 31.8 at night.

---

* As some of them have not been identified, the numbers of species are not conclusive.

The difference should be attributed to the occurrence of Myctophidae, which migrate vertically by night as well as daylight with greater numbers being collected at night. Therefore, the time of the day at which they were collected has to be taken into consideration when one discusses the distribution. However, the occurrence at night did not seem to be much different from such general tendency in distribution that the thin area centered around the cold water. After all, characteristic of horizontal distribution in the region under survey may be summarized like this: the thinnest encircling the cold water body in Enshu-nada; located around this zone, the waters most densely populated with fish larvae; seaward of it is a wide diffusing area.

Megascopically speaking, this phenomenon corresponds to the distributions both of motionless fish eggs and of plankton (Nakai, 1957; Honjo and others, 1957) except one species exclusively distributed in the cold water area as is to be described later.

Engraulis japonica, **anchovy**: As is shown in figure 2, the area covered with this species formed a sort of the tongue projecting southeastward from the coast. Especially in the coastal region within 500 miles offshore they were collected at almost

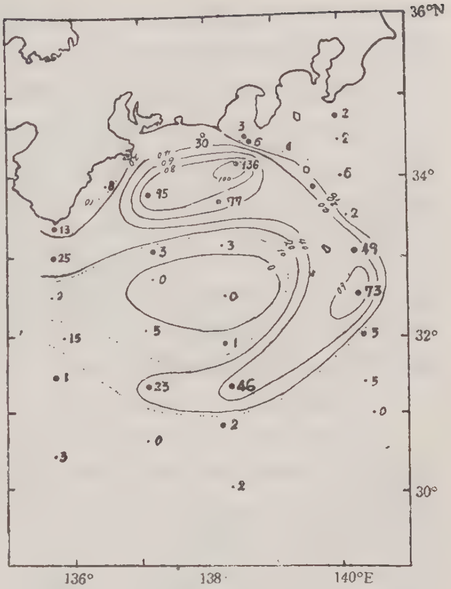


Fig. 1. Distribution of fish larvae (numbers per haul).
Collections were made by horizontal surface tows of the 1.3m-larval net towed for 5 minutes at ca. 2 knots.
• Collecting stations at daylight (0600-1800).
● Collecting stations at night (1800-0600).

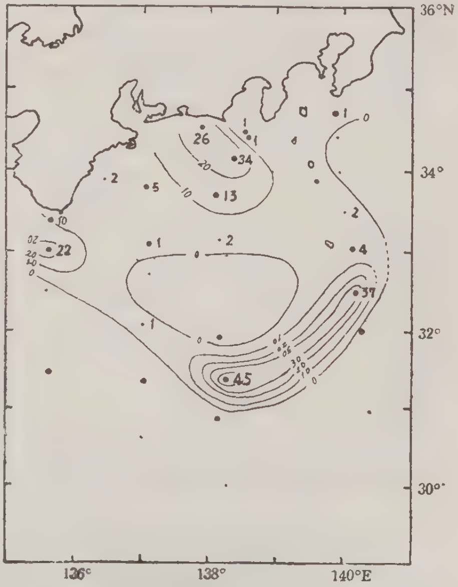


Fig. 2. Distribution of anchovy larvae, *Engraulis japonica*.
See footnote of Fig. 1 for relevant information.

all the stations occupied. In a more offshore region the occurrences are uneven depending on localities. The stations with the most abundant collection are situated in the offing. They are in the sequence of decreasing numbers of occurrences: St. 507, 200 miles south off Omae-saki, having yielded 45; St. D6, 19 miles east off Island Ao-ga-shima, 37; St. 502, 27 miles south off Omae-saki 34; St. 500, 20 miles west off Omae-saki 26; St E2, 26 miles south off Shio-no-misaki, 22. Generally speaking, densely distributed areas lie both along the coast of Enshu-nada and the southeastern offing, while the sparse area in the cold water with the center that offered no *Engraulis* at all. In addition, a remarkable tendency with their distribution is this. The fish that were collected from all the stations in the heavily distributed area, except one at 200 miles south off Omae-saki, measured more than 14mm in the minimum entire length, but decreasing their sizes inshore. The directions of currents mapped out by the Japanese Hydrographic Office (1955) may warrant a view that these larvae in the high sea might be brought there by the Kuroshio from the coast of Kii Peninsula. Whereas, the center of the cold water area, as has been repeatedly mentioned, and the water south of a 23°C zone, seaward of the Kuroshio, presented no *Engraulis* larvae.

Myctophidae, lantern-fishes: Out of the members of Myctophidae, three species were identified.

They are: *Myctophum affine*, *M. asperum* Richardson, "ara-hadaka,"

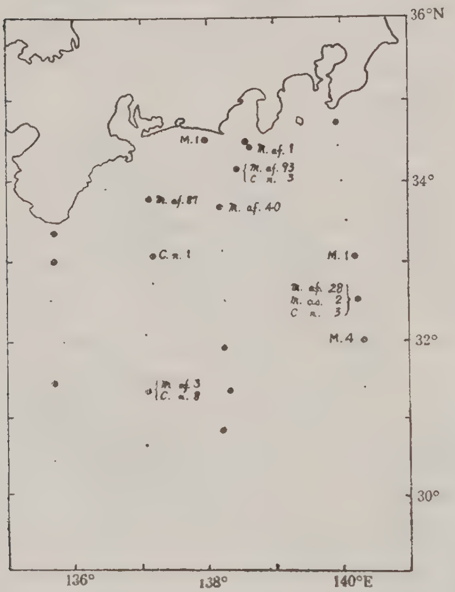


Fig. 3. Distribution of larvae of Myctophidae.
M. af., *Myctophum affine*;
M. as., *Myctophum asperum*;
C. n., *Centrobranchus nigro-ocellatus*;
M., Myctophidae
See footnote of Fig. 1 for relevant information.

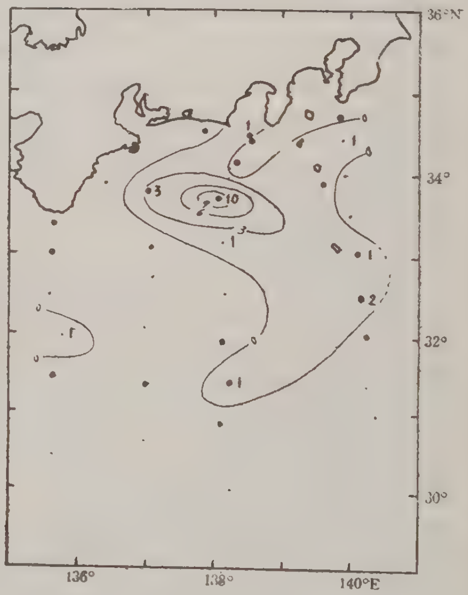


Fig. 4. Distribution of saury larvae *Cololabis saira*.
See footnote of Fig. 1 for relevant information.

and *Centrobranchus nigro-ocellatus* (Günther). "buta-hadaka" (figure 3). The first species, *M. affine*, also were most abundantly collected on the previous occassion in July 1954 (Nakai and others, 1955b). And, though this species occurred rather widely, especially abundant along the coast of Enshu-nada, neither this species nor other Myctophid fish were collected in the western region and cold water area. Two other species occurred but rarely, especially only 2 of *Myctophum asperum* were fished at St. D6, 19 miles east off Isl. Ao-ga-shima. None of them were collected at daytime but after sunset. As has been previously reported, this is likely owing to their habit of rising to the surface at night, and no difference from previous results (Nakai and others, 1955b) was found about the distribution observed on the basis of the night collections.

Cololabis saira, **saury:** As is shown in figure 4, the larvae of *Cololabis saira* occurred in the neighborhood of the northern and eastern boundaries of the Kuroshio itself and its branch taking a roundabout route in the Enshu-nada. They were collected more abundantly from more stations occupied at night than daytime. It is not evident, however, which factor is more responsible for the phenomenon, phototaxis inherent to them, different abilities of escaping from nets, or difference in their habit between daylight and night when this species rises up to the surface. But, at any rate, such tendency of distribution is observed regarding stations occupied at night.

Exocoetidae, flying fishes: Most of these flying fishes belonging to Exocoetidae were of the initial stage of growth, except a *Prognichthys* sp. (measured 37mm in entire length) from St. 503. For the lack of information about these youngs of such growing stage, they could not be determined even as to the genera. The fact that they diffused widely over the Kuroshio area, while avoiding both coastal and cold water areas, are indicative of their peculiarity as warm current species (figure 5). Speaking of peculiarity in distribution, Exocoetinae tend to be distributed rather in coastal region, while Cypselurinae in offing areas, though no distinct line could be drawn between them. Moreover, there was

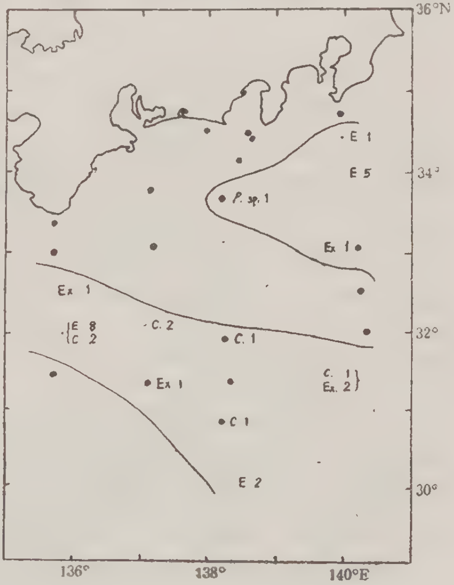


Fig. 5. Distribution of flying-fishes larvae, Exocoetidae.
E., Exocoetinae; *P.* sp., *Prognichthys* sp.; C., Cypselurinae; Ex., Exocoetidae
See footnote of Fig. 1 for relevant information.

found no ecological difference with them between night and daytime collections. These findings may lead one to a view that they ecologically differ from Myctophid fishes and saury.

Pneumatophorus **sp.,** *Trachurus japonicus*, **and** *Seriola quinqueradiata***:** Distributions of larvae of above enumerated members are shown in figure 6. Only one individual of *Pneumatophorus* was collected from St. E2, 26 miles south off Shio-no-misaki. The scarcity of this species in the region under report may be explained in part by the station pattern that was occupied at seawardly increasing intervals, despite the mackerel are known to spawn mostly in the coastal waters.

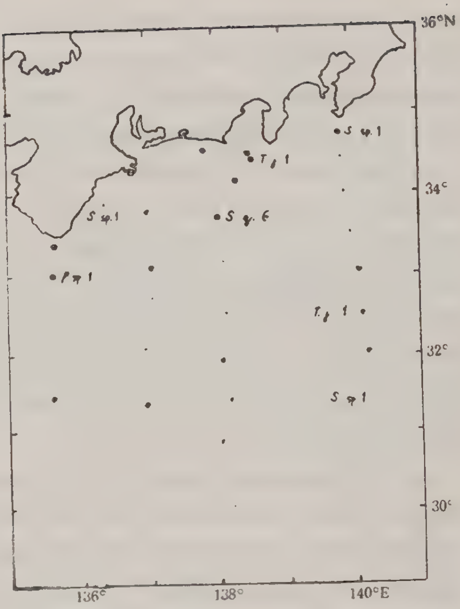


Fig. 6. Distribution of larvae of mackerel, *Pneumatophorus* sp., horse mackerel, *Trachurus japonicus* and yellowtail, *Seriola quinqueradiata* and *Seriola* sp.
P. sp., *Pneumatophorus* sp.;
T. j., *Trachurus japonicus*;
S. q., *Seriola quinqueradiata*;
S. sp., *Seriola* sp.
See footnote of Fig. 1 for relevant information.

Horse mackerel, *Trachurus japonicus*, scarcely occurred except one for each of Sts. 501 (2), the mouth of Suruga Bay, and D6, near Isl. Ao-gashima. According to the earlier survey (Nakai and others, 1955b) this species, in contrast with the scarceness on the present occasion, was found sparsely distributed over an expansion reaching from Miki-saki to Isl. Ao-ga-shima and to Nojima-saki. Six of yellowtails, *Seriola quinqueradiata*, were collected from St. 503. At Sts. 500, D8 and D1, the fish larvae belonging to the genus *Seriola* occurred one for each.

B. Fish Eggs.

Eggs collected during this survey counted 2,983 belonging to 21 species (table 2). The eggs of identified species, important for fisheries, are *Etrumeus micropus*, 5 (0.2 %); *Pneumatophorus* sp., 61 (2.0 %); *Trachurus japonicus* 292 (9.8 %). But none of *Engraulis* and *Sardinops* eggs were collected. This may be owing to the fact that the stations occupied were scattered offshore.

Figure 7 reveals that they were distributed not only in coastal regions but also in offings, with the exception of 3 stations where none of eggs was collected. The stations where the remarkable numbers of eggs were collected are in the order of decreasing occurrences: St. D2, 26 miles south off Nojima-saki, 1,331; St. D8, 206 miles off the same, 677; St. E7, 178 miles south off Shio-no-misaki,

Table 2. Fish eggs taken by horizontal surface tows of the 1.3m-larval net towed for 5 minutes at ca. 2 knots (numbers per haul).

Species \ Station*		501(1)	500	550	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 7	556	555	554	553	552	551	501(2)	502
Etrumeus micropus (Temminck et Schlegel)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—
Exocoetidae		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pneumatophorus sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	—
Trachurus japonicus (Temminck et Schlegel)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Others	Numbers of egg (Numbers of species)	—	97 (5)	1 (1)	5 (1)	2 (2)	3 (3)	7 (3)	3 (3)	306 (6)	2 (2)	31 (4)	1 (1)	—	6 (1)	2 (1)	7 (2)	1 (1)
Total	Numbers of egg (Numbers of species)	0	97 (5)	1 (1)	5 (1)	2 (2)	3 (3)	8 (4)	3 (3)	306 (6)	2 (2)	31 (4)	1 (1)	0	6 (1)	2 (1)	41 (4)	1 (1)

Species \ Station*		503	504	505	506	507	508	509	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	Total
Etrumeus micropus (Temminck et Schlegel)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Exocoetidae		—	—	—	—	2	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	6
Pneumatophorus sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	61
Trachurus japonicus (Temminck et Schlegel)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	292	—	292
Others	Numbers of egg (Numbers of species)	123 (4)	36 (3)	57 (3)	62 (3)	43 (3)	9 (2)	—	24 (2)	677 (7)	44 (4)	28 (3)	6 (4)	7 (3)	6 (2)	1007 (6)	16 (4)	2619 (17)
Total	Numbers of egg (Number of species)	123 (4)	36 (3)	57 (3)	62 (3)	45 (4)	10 (3)	0	24 (2)	677 (7)	45 (5)	28 (3)	6 (4)	8 (4)	6 (2)	1331 (8)	16 (4)	2983 (21)

—: No occurrence. * Positions of stations are tabulated by Nakai (1957, Table 1).

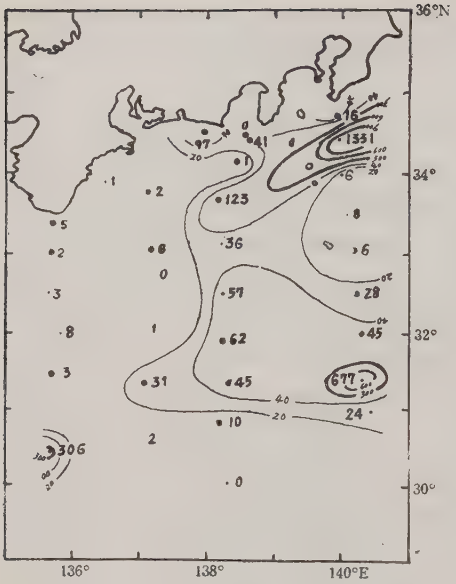


Fig. 7. Distribution of fish eggs.

See footnote of Fig. 1 for relevant information.

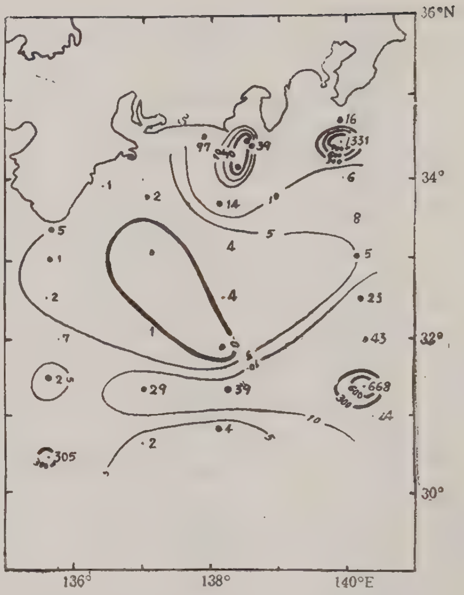


Fig. 8. Distribution of fish eggs, except Type A of egg having no oil-globule.

“Type A of egg having no oil-globule” is a particular one shown in fig. 10 among eggs without any oil-globule. In the following fiigures, it is expressed simply as Type A.

See footnote of Fig. 1 for relevant information.

306. Generally speaking, eggs were distributed very sparsely in the western part, in contrast with the denseness in the east of the area under survey. An egg of unidentified species without any oil-grobule in it, tentatively called “Type A egg having no oil-grobule” in this report, occurred numerously but only in the eastern part of cold water mass. Excluding this egg, the distribution of eggs shown in figure 8, is similar to that of fish larvae as in figure 1. The thinly distributed area centering the cold water body was surrounded by the thick zones in every direction but for the west. In other words, these eggs more frequently occurred in the main flow of the Kuroshio, except the western part and its branch trending westward in Enshu-nada.

The distribution of eggs in figure 9 includes *Etrumeus micropus*, *Pneumatophorus* sp., *Trachurus japonicus* and Exocoetidae.

Only five eggs of round herring, *Etrumeus micropus* were collected from St. 501 (2), 17 miles southeast off Omae-saki. No mackerel eggs, *Pneumatophorus* sp. occurred in the sea beyond 30 miles offshore. Instead, 29 eggs occurred at 17 miles southeast off Omae-saki, and 32 at 26 miles south off Nojima-saki.

At St. D2, off Nojima-saki, 292 eggs of *Trachurus japonicus* occurred ex-

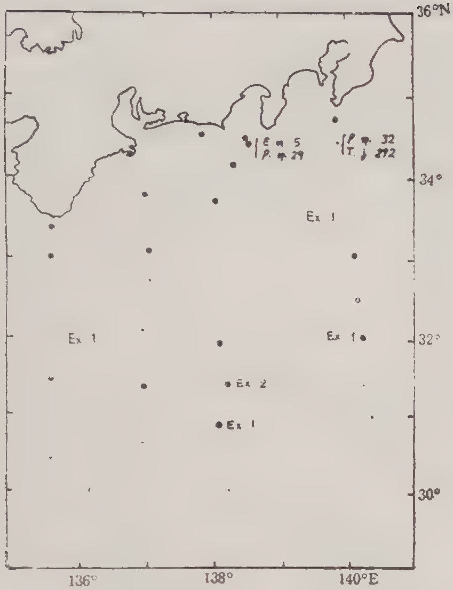


Fig. 9. Distribution of eggs of round herring, *Etrumeus micropus*, mackerel, *Pneumatophorus* sp., horse mackerel, *Trachurus japonicus*, and flying-fishes, Exocoetidae.
E. m., *Etrumeus micropus*; *P.* sp., *Pneumatophorus* sp.; *T. j.*; *Trachurus japonicus*; Ex., Exocoetidae
See footnote of Fig. 1 for relevant information.

clusively of others stations in contrast with the previous abundance that covered the area from 90 miles southeast off Miki-saki to south of Nojima-saki in July 1954. The result shows that on the eariler occasion, horse mackerel was widely distributed for spawning both in coastal and in offing areas about Miyake and Hachijo Islands. Considering the scarceness of eggs and larvae of horse mackerel, it may be assumed that this fish poorly spawned there on the present occasion.

Eggs of a flying fish, uncertain of Exocoetidae, were collected. The distributed area of the specific eggs was exclusively in the Kuroshio, keeping away the cold water area. The peculiarity is as strongly suggestive of their being warm current species as the case with their larvae.

Eggs of unidentied yet notable species ; Out of fish eggs collected during the recent survey, there occurred considerable amounts of the unidentified eggs. Above all, four are

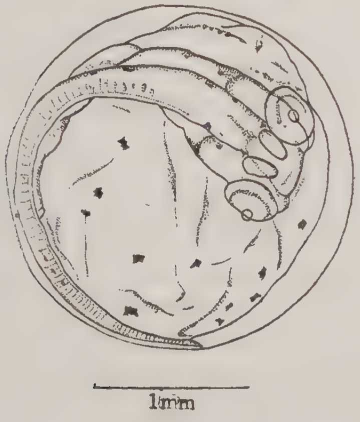


Fig. 10. Type A of egg, having no oil-grobule

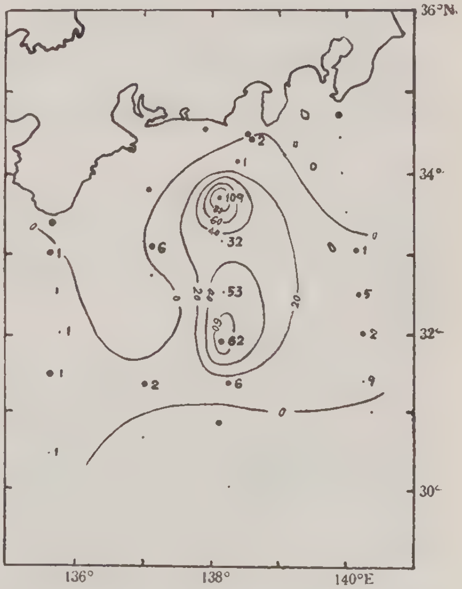


Fig. 11. Distribution of Type A of egg. See Fig. 10 and footnotes of Figs. 1 & 8 for relevant information.

noteworthy. Type A of egg having no oil-grobule shows such a unique distribution in contrast to the others as is seen in figure 11. It occurred, as mentioned before, abundantly in the cold water area located south of Omae-saki. Occurrences of 299 from St. E7, 178 miles south off Shio-no-misaki and 656 from St. D8, 206 miles south off Nojima-saki belong to Type B of egg having neither oil-grobule. Of nearly one thousand eggs from St. D2, 26 miles south off Nojima-saki, 656 are Type A, single oil-grobule present in it, 280 are Type B having single oil-grobule.

Their characteristics are tabulated here.

	Type A no oil-grob. *	Type B no oil-grob.	Type A single oil-grobule	Type B single oil-grobule
Shape of egg	Globular	Globular	Globular	Globular
Diameter of egg in mm	2. 10–2. 75	0. 70–0. 75	0. 67–0. 70	0. 75–0. 90
Egg membrane	Smooth, faint salmon pink	Smooth, colorless	Smooth, colorless	Smooth, colorless.
Perivitelline space	Medium	Rather spacious	Medium	Medium
Reticulations on yolk	Not present	Present, with diameter, 0. 10–0. 12 mm	Not present	Not present
Diameter of oil-grobule in mm	——	——	0. 15–0. 18	0. 12–0. 15

* Shown in figure 10.

All observed or measured from specimens fixed in formalin.

The last three of them are noteworthy for their numerous occurrences exclusively from particular one or two stations.

III. Fish Larvae and Eggs by Vertical Hauls of the 45 cm-net ("Marutoku B-Type")

The fish larvae and eggs taken by vertical hauls of the 45 cm-plankton net from a 150m depth to the surface are reported here. The numbers of occurrences, however, have not been adjusted by quantity of strained water through the net so that they would be comparable with the previous results.

A. Fish Larvae

Species and numbers that occurred: Vertical collections were carried out twice a station throughout the survey, except three stations where a single haul was made. Inclusive of three stations for the single haul occurred 42 larvae in the preceding hauls from 13 stations and 31 in the following hauls from 13 stations. The number of station where fish larvae were collected by two succeeding hauls was 19. Almost all larvae have not been identified but *Engraulis japonica*. Neither sardine larvae nor round herring's occurred in larval net collection. Moreover, none of saury, mackerel and horse mackerel were verti cally netted in spite of some occurrences from horizontal collections by the 1.3m-larval net.

Distribution: In figure 12, showing the distribution of larvae fished by the 45cm-plankton net, the numbers of individuals collected by the preceding hauls are indicated by placing one numeral above another that shows those by the following haul. And in this figure, isometric lines are given on the basis of mean individual number collected by two hauls (or by the single haul when thus conducted). One of the areas where fish larvae were collected by these vertical hauls extends from Nojima-saki to Shio-no-misaki in the coastal region, the other lying in the neighborhood of Isl. Hachijo-jima, and the others in the offing region centering around 31°-32°N. The densely distributed areas are offshore of these mentioned above, reaching along the Kuroshio, *i. e.* from a station located 180 miles south off Daio-saki, to a station 15 miles east off Isl. Hachijo-jima, passing around a station 200 miles south off Omae-saki. While, no occurrence was observed in an area of the cold water mass, and very few on the seaward boundary of the dense area. Such general view of distribution almost corresponds to that obtained from the horizontal collections as mentioned in the foregoing section. From the result obtained from the vertical hauls of the 45 cm-plankton net, the same inclination as the case with the 1.3m-larval net collections is concieved. The fact that the numbers of both successful stations and individuals collected were greater at night than those at daytime, is likely owing to the occurrence of Myctophid fish.

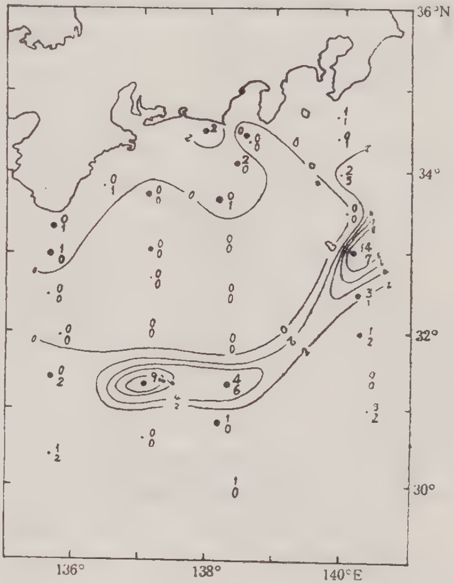


Fig. 12. Distribution of fish larvae. (numbers per haul).
Collections were made by vertical hauls of the 45cm-plankton net from 150m depth to the sea surface.
• Collecting stations at daylight (0600-1800).
● Collecting stations at night (1800-0600).
The numbers of individuals collected by two succeeding hauls at a station are indicated by placing one numeral above another.

	Daylight (0600-1800)	Night (1800-0600)
$\frac{\text{Number of stations collected}}{\text{Number of stations occupied}} \times 100$	39 %	80 %
Mean individual number per station	0.4	2.3

From very few stations, *Engraulis japonica* larvae were collected as is shown in figure 13. This fish occurred both in the coastal region from Omae-

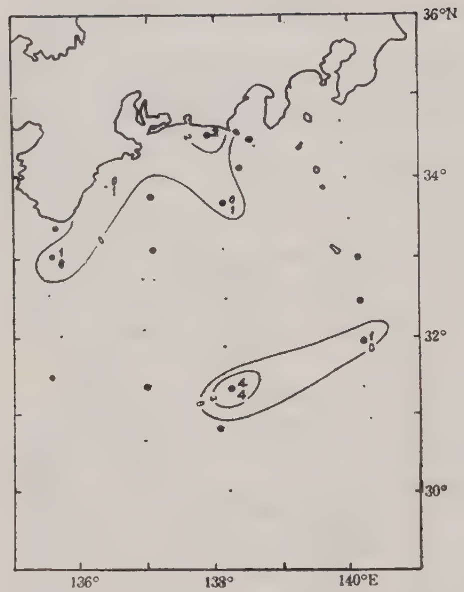


Fig. 13. Distribution of anchovy larvae, *Engraulis japonica*.
See footnote of Fig. 12 for relevant information.

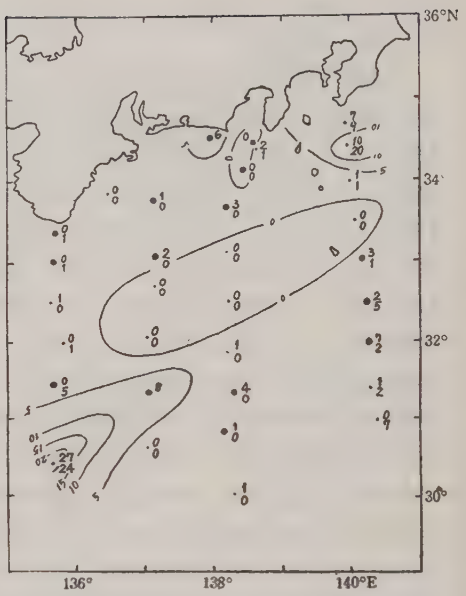


Fig. 14. Distribution of fish eggs.
See footnote of Fig. 12 for relevant information.

saki to Shio-no-misaki and in the offing area from 200 miles south of Omaesaki to 17 miles east off Bayonnaise Rocks. Many of these larvae which were taken by the horizontal hauls of the larval net from St. 507, are considered to have been brought offshore by the current of Kuroshio from the coastal regions.

B. Fish Eggs

In figure 14, distributions of eggs collected by the 45cm-plankton net from a 150m depth are shown, the numbers of eggs collected by two successive hauls being indicated by placing one numeral above another alike in figure 12. From Sts. 553, 504, and 505 that were located nearly at the southern part of the cold water area, neither eggs nor larvae occurred showing the peculiarity of cold water mass off Enshu-nada.

Eggs of *Engraulis japonica* were collected in small number from Sts. 500 and D1 most coastwardly. This may be also due to stations more frequently occupied offshore than coastal area in the covering region. But the fact that anchovy had likely been spawning in the coastal region about Nojima-saki to Enshu-nada was coincident with the result by Nakai and others (1955a).

Only two of eggs of *Trachurus japonicus* occurred, as few as larval net collections, from St. D2, 26 miles south off Nojima-saki exclusively of other stations.

IV. Summary

I. Fish Larvae and Eggs by Horizontal Tows of the 1.3m-larval Net.

1. Fish larvae: Majority of 643 larvae, belonging to 40 species are occupied by *Myctophum affine* (39 %) and *Engraulis japonica* (32 %) followed by *Cololabis saira*, *Seriola quinqueradiata*, *Trachurus japonicus*, *Pneumatophorus* sp. and *Prognichthys* sp.; in this squence.

The densely distributed areas were located in the coastal region of Enshu-nada and from 200 miles south off Omae-saki to Isl. Hachijo-jima, while the sparse area located on the cold water mass off Enshu-nada. This denseness depends upon *Engraulis japonica* and Myctophidae, especially *M. affine*.

Cololabis saira were distributed around the northern and eastern sides of the cold water mass *i.e.* the eastern part of the Kuroshio itself and its branch taking a roundabout route westwardly in Enshu-nada. Exocoetidae widely occurred in the Kuroshio but neither in the coastal region nor in the cold water. Larvae of *Pneumatophorus* sp., *Trachurus japonicus* and *Seriola quinqueradiata* occurred in the inshore regions exclusively but small in number.

2. Fish eggs: Identified out of 2,983 eggs of 21 species, the important ones for fisheries were *Etrumeus micropus*, *Pneumatophorus* sp. and *Trachurus japonicus*. Eggs of neither *Engraulis* nor *Sardinops* occurred then and there.

General view of distribution of eggs is that they were abundant in the eastern part of the covering area, but meager in the west. Excluding Type A having no oil-grobule which showed a uniqe distribution on the cold water area, the distributing circumstance of eggs was similar to that of larvae. Scarceness existed in the cold water mass, around which denseness was found in the Kuroshio itself, except the western part, and in the branch taking a roundabout route westwardly in Enshu-nada. Eggs of *Etrumeus micropus*, *Pneumatophorus* sp. and *Trachurus japonicus* occurred but at few inshore stations. Exocoetidae were distributed in the Kuroshio around the cold water area in particular. Type A of egg having no oil-grobule plentifully occurred in the eastern part of the cold water mass, south off Omae-saki, in contrast to the other sorts of eggs.

II. Fish Larvae and Eggs by Vertical Hauls of the 45cm-plankton Net from a 150m depth.

1. Fish larvae: Out of 33 stations where the net was hauled vertically twice for the most, 19 stations yeilded fish larvae.

Forty-two of larvae were fished by the preceding hauls. The chief members of collections were *Engraulis japonica* and Myctophid larvae. None of

Cololabis saira, *Pneumatophorus* sp., *Trachurus japonicus* or *Seriola quinqueradiata* were collected.

Larvae were widely distributed in the coastal region as was mentioned on larval net collections, with remarkable denseness around the cold water mass, *viz.* in the Kuroshio, very meagerly outside of the said zone. No fish larvae were found from the cold water area.

Engraulis larvae occurred in the coast of Enshu-nada and offshore area extending from 200 miles south off Omae-saki to Bayonnaise Rocks.

2. Fish eggs: Distribution of eggs was found to be the same as the case with larval net. In the nearly southern part of the cold water area no egg occurred.

Eggs of *Engraulis japonica* were collected from two stations at the coasts of Nojima-saki and Omae-saki but small in number. Only two eggs of *Trachurus japonicus* from 26 miles south off Nojima-saki like in the larval net collection.

Literature Cited

Honjo, K., H. Ohta, T. Kidachi, K. Umeda and S. Kudoh.
1957, Distribution of Copepoda in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Japanese Hydrographic Office.
1956. Outline of hydrographic observation, 1955, No. 2. (Mimeographed in Japanese).

Konishi, Y.
1935. A survey on juveniles of yellowtail, *buri*, in Sagami Bay. Teichigyogyo-kai, No. 25 (In Japanese).

Nakai, Z.
1957. An outline of biological survey and distribution of wet weight of macroplankton in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Sp. Num.)

Nakai, Z., S. Usami, S. Hattori, K. Honjo, and S. Hayashi.
1955a. Progrese report of the cooperative *iwashi* resources investigations, 1949–1951. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.

Nakai, Z., N. Watanabe, S. Hattori, K. Honjo, S. Uehara, and H. Ohta.
1955b. An outline of oceanographical and biological survey in the "Kuroshio" area by the R. V. *Soyo-Maru*, July 1954. Reports of investigation for development of marine resources, 1954. ("Kuroshio" Research Group), Jap. Nat. Comm. UNESCO. (In Japanese).

Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory.
1955. Annual report on the fish resources in 1951, Section 3, Saury (*Cololabis saira*). Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. (In Japanese).

Records of Oceanographic Works
in Japan, (Special Number)
March 1957

A Preliminary Report on the Biological Survey in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, June-July 1955*

By

Zinziro Nakai, Shigemasa Hattori, Koji Honjo, Taisuke Watanabe,
Hankai Ohta, Takashi Kidachi, Takashi Okutani, Kiiti Umeda,
and Seitoku Kudoh

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

I. Introduction

In cooperation with the Japanese National Commission (JNC) for UNESCO, an all-over survey of the Kuroshio and a cold water mass off Enshu-nada was conducted in July 1954 in the sea extending from Kumano-nada to Zu'nan area by the R. V. *Soyo-Maru* (202 gross tons) and the staff of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. One year later, from June to July 1955, another survey, designed as well by JNC as one of the investigation programs for promoting the productivity of the ocean, was carried out by the *Soyo-Maru* (II) —258 tons—nearly in the same area as before.

On the basis of materials collected during the survey in June and July 1955, the present paper has been prepared as a preliminary report of studies on marine organisms such as plankton, fish eggs and larvae, along with description of a general scheme of the survey cruise. The other aspect of the survey resulted from hydrographical studies will be reported in a separate paper by N. Watanabe and others (1957).

In the forthcoming discourse, frequent references are to be made to the results from two other surveys undertaken in the same region in comparison with the present one without specifying literature cited. As will be found obvious from the context, they are either one of these: a preliminary report of the survey in July 1954 (Nakai and others, 1955b); or marine biological studies based on the collections brought back by the R.V. *Meiyo-Maru* (350 tons) of the Japanese Hydrographic Office in May 1955 (Nakai, 1957; Honjo and others, 1957; Honjo, 1957; Hattori and others, 1957; Okutani, 1957).

On this occasion, the authors wish to acknowledge their heartfelt thanks for cooperations extended by Captain Kiichi Imamura and every member of the crew of the *Soyo-Maru* (II) during the survey cruise and by Mr. Kunihiko Fujimoto and Miss Tamiko Mizuno in assisting them for treatment of the ma-

---

* Contribution B-247 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

Table 1. Positions of stations and time of collections by the R.V. *Soyo-Maru* June-July 1955.

St.	Positions		Time of collections		
	Lat. N	Long. E	Date	Vertical hauls*	Horizontal tows**
1	35°08′.4	139°45′.6	Ⅵ. 22	14.05	14.15~14.20
2	35 05 .5	139 34 .4	Ⅵ. 22	16.00	16.15~16.20
3	34 51 .0	139 21 .2	Ⅵ. 22	19.17	20.03~20.08
4	34 40 .8	139 06 .0	Ⅵ. 22	22.41	23.03~23.08
5	34 34 .1	138 50 .6	Ⅵ. 23	01.06	01.10~01.15
5a	34 25 .2	138 52 .0	Ⅵ. 23	02.30	——
6	34 12 .9	138 53 .0	Ⅵ. 23	04.03	04.55~05.00
7	33 50 .0	138 50 .0	Ⅵ. 23	08.41	08.50~08.55
8	33 33 .9	138 39 .5	Ⅵ. 23	14.16	15.03~15.08
9	34 02 .3	138 28 .0	Ⅵ. 23	19.28	20.20~20.25
10	34 16 .1	138 07 .5	Ⅵ. 24	00.55	01.01~01.06
10a	34 22 .5	137 59 .0	Ⅵ. 24	03.00	——
11	34 31 .8	137 45 .2	Ⅵ. 24	05.20	05.37~05.42
12	34 25 .3	137 38 .0	Ⅵ. 24	09.10	10.00~10.05
13	34 23 .3	137 21 .5	Ⅵ. 24	11.55	12.13~12.18
14	34 16 .3	137 10 .5	Ⅵ. 24	18.00	18.24~18.29
15	34 14 .5	136 59 .0	Ⅵ. 24	20.02	20.05~20.10
16	34 09 .0	136 48 .0	Ⅵ. 27	11.20	11.30~11.35
16a	34 03 .0	136 30 .0	Ⅵ. 27	13.17	——
17	33 56 .8	136 20 .0	Ⅵ. 27	14.55	15.00~15.05
18	33 51 .0	136 26 .5	Ⅵ. 27	16.00	16.44~16.49
19	33 38 .0	136 45 .0	Ⅵ. 27	21.50	Ⅵ. 28 01.07~01.12
20	33 18 .2	137 12 .0	Ⅵ. 28	05.40	07.14~07.19
21	33 14 .0	137 29 .5	Ⅵ. 28	09.07	17.23~17.28
22	33 08 .0	137 45 .0	Ⅵ. 28	19.20	19.28~19.33
23	33 02 .5	138 03 .5	Ⅵ. 28	23.30	Ⅵ. 29 00.17~00.22
24	32 54 .2	138 17 .0	Ⅵ. 29	02.50	03.01~03.06
25	32 44 .0	138 46 .5	Ⅵ. 29	06.15	07.42~07.47
26	32 34 .9	139 28 .8	Ⅵ. 29	11.26	11.54~11.59
27	32 03 .5	139 56 .0	Ⅵ. 29	18.07	19.05~19.10
28	32 23 .2	140 02 .0	Ⅵ. 29	21.23	22.53~22.58
29	32 40 .0	140 20 .0	Ⅵ. 30	01.00	01.30~01.35
30	33 00 .0	139 56 .0	Ⅵ. 30	03.45	03.57~04.02
31	33 20 .0	139 47 .5	Ⅵ. 30	06.34	06.45~06.50
32	33 30 .5	139 48 .0	Ⅵ. 30	08.13	08.22~08.27
33	33 50 .0	139 44 .0	Ⅵ. 30	11.20	11.57~12.03
34	34 10 .0	139 50 .0	Ⅵ. 30	14.28	15.03~15.08
35	34 26 .9	139 55 .2	Ⅵ. 30	17.23	17.28~17.33
36	34 40 .5	140 00 .0	Ⅵ. 30	19.27	20.00~20.05
37	34 49 .5	139 53 .0	Ⅵ. 30	21.31	21.40~21.45
38	34 58 .0	139 44 .0	Ⅵ. 30	23.20	23.24~23.29
39	34 52 .7	139 57 .0	Ⅶ. 2	10.35	10.50~10.55
39a	34 46 .0	140 15 .5	Ⅶ. 2	12.20	——
40	34 37 .5	140 37 .5	Ⅶ. 2	16.44	17.50~17.55
41	34 28 .2	140 52 .0	Ⅶ. 2	21.31	21.39~21.44
42	34 13 .5	141 18 .5	Ⅶ. 3	01.45	03.01~03.06
43	34 05 .5	141 33 .5	Ⅶ. 3	06.40	14.10~14.15
44	34 33 .5	141 36 .0	Ⅶ. 3	17.50	17.56~18.01
45	34 54 .0	141 14 .0	Ⅶ. 3	22.28	22.34~22.39
46	35 23 .0	141 03 .2	Ⅶ. 4	03.16	03.26~03.31
46a	35 30 .2	140 57 .0	Ⅶ. 4	04.20	——
47	35 37 .0	140 52 .2	Ⅶ. 4	05.25	05.30~05.33
47a	35 31 .8	140 45 .0	Ⅶ. 4	06.50	——
48	35 23 .0	140 37 .0	Ⅶ. 4	08.40	08.45~08.50
48a	35 14 .5	140 27 .5	Ⅶ. 4	10.23	——
49	35 06 .0	140 20 .0	Ⅶ. 4	13.14	13.15~13.20
49a	35 00 .0	140 09 .5	Ⅶ. 4	14.55	——
50	34 53 .5	139 57 .4	Ⅶ. 4	16.52	16.54~16.59

* Hauled by the 45cm-plankton net from a 150m depth up to the surface.
** Towed by the 1.3m-larval net on the surface.

terials. They also are appreciative of the JNC for UNESCO which shared part of the research funds required in carrying out the present survey.

II. Outline of the Survey

1. Itinerary and Coverage of the Survey Cruise

The cruise schedule followed by the *Soyo-Maru* under the care of Captain Imamura and Chief Officer Jinno is tabulated below along with the names of research staff assigned to the works on board.

Table 1 shows localities of stations occupied, dates and hours of collections, and figure 1 distribution of the stations. As will be seen in the table and figure, the present survey was conducted for 16 days from June 22nd to July

Date (1955)	Port cleared	Port entered	Research Personnel on Board
June 22	Tokyo	—	Hirano, Fukai (oceanog.), Honjo, Ohta (biology)
〃 25	—	Toba	
〃 27	Toba	—	
July 1	—	Uraga	Okutani (biology) replacing Ohta
〃 1	Uraga	Tateyama	
〃 2	Tateyama	—	
〃 6	—	Tokyo	

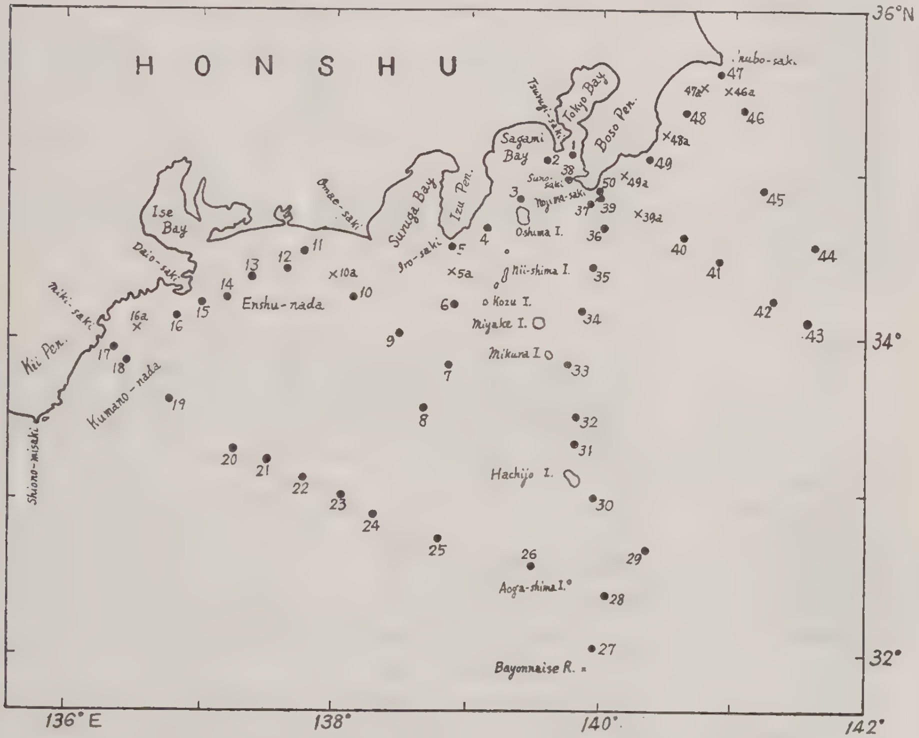

H O N S H U
Ise Bay
Daio-saki
Miki-saki
Kii Pen.
Shiono-misaki
Kumano-nada
Enshu-nada
Omae-saki
Suruga Bay
Izu Pen.
Iro-saki
Sagami Bay
Tsurugi-saki
Tokyo Bay
Boso Pen.
Suno-saki
Nojima-saki
Inubo-saki
Oshima I.
Nii-shima I.
Kozu I.
Miyake I.
Mikura I.
Hachijo I.
Aoga-shima I.
Bayonnaise R.
1
2
3
4
5
5a
6
7
8
9
10
10a
11
12
13
14
15
16
16a
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
39a
40
41
42
43
44
45
46
46a
47
47a
48
48a
49
49a
50
36°N
34°
32°
136° E
138°
140°
142°

Fig. 1. Stations occupied by the R. V. *Soyo-Maru*, June-July 1955.

Table 2. Wet weight of plankton by groups taken by vertical hauls of the 45cm

	Station*	1	2	3	4	5	5a	6	7	8	9
	Date	VI-22	VI-22	VI-22	VI-22	VI-23	VI-23	VI-23	VI-23	VI-23	VI-23
	Time	14.05	16.00	19.17	22.41	01.06	02.30	04.03	08.41	14.16	19.28
	Depths (m)	0←150	0←150	0←150	0←150	0←85	0←150	0←150	0←140	0←150	0←150
	Total plankton	0.63	1.02	0.85	2.50	0.72	0.90	1.32	0.28	0.35	0.55
Group of organisms	Thaliacea	—	—	—	—	—	—	0+	(1.85)	—	—
	Appendicularia	0+	0+	0+	—	0+	—	0+	0+	—	—
	Decapoda	—	0+	0.01	—	0+	—	0+	—	0+	—
	Euphausiacea	0.01	0.02	0.08	1.87	0.20	0.03	0.14	0.01	0.01	0.07
	Amphipoda	0+	0.01	—	—	—	0.01	0.01	0.01	0.02	0+
	Ostracoda	0.01	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0.01
	Branchiopoda	0.04	0.12	0.07	0+	0+	—	—	0+	0+	—
	Copepoda	0.47	0.65	0.67	0.53	0.51	0.75	1.11	0.23	0.16	0.26
	Mollusca	—	0+	—	—	—	—	—	—	—	—
	Polychaeta	—	0+	0+	0+	—	0+	0+	—	0+	0+
	Sagittoidea	0.10	0.21	0.04	0.10	0.01	0.05	0.06	0.01	0.03	0.04
	Medusae	—	0+	—	0.01	0+	0.07	0+	0.01	0.13 (0.24)	—
	Dinoflagellata	0+	0+	0+	0+	0+	—	0+	0+	—	—
	Diatomaceae	0+	0+	—	0+	0+	—	0+	0+	—	0.17
	Radiolaria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	Station*	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Date	VI-28	VI-28	VI-29	VI-29	VI-29	VI-29	VI-29	VI-30	VI-30	VI-30
	Time	19.20	23.30	02.50	06.15	11.26	18.07	21.23	01.00	03.45	06.34
	Depths (m)	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150
	Total plankton	0.56	1.56	0.73	0.25	0.87	0.61	1.17	0.79	0.97	0.80
Group of organisms	Thaliacea	0.01	—	0+	0+	—	0.01	0+	0+	0.01	0.03
	Appendicularia	—	0+	0+	—	—	0+	—	0+	0+	0+
	Decapoda	0+	0.01	0+	—	0.01	0.02	0+	0+	0.01	0.02
	Euphausiacea	0.02	0.20	0.02	0+	0.02	0.03	0.11	0.06	0.07	0.02
	Amphipoda	—	0.24	0.03	0.01	0.01	0.06	0+	0+	0.01	0.01
	Ostracoda	0+	0+	0+	—	0+	0+	0+	0+	0+	0+
	Branchiopoda	0.01	0.01	0+	0+	0.04	—	—	0+	0+	0+
	Copepoda	0.42	0.89	0.65	0.17	0.59	0.35	0.65	0.44	0.68	0.65
	Mollusca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0+
	Polychaeta	0.02	0+	0+	—	0+	0.03	0.07	0.01	—	0+
	Sagittoidae	0.02	0.11	0.02	0.02	0.05	0.11	0.31	0.12	0.16	0.05
	Medusae	0.07	0.11	0+	0.05	0.16	0.01	0.03	0.16	0.02	0.02
	Dinoflagellata	—	—	—	0+	—	—	0+	0+	0+	0+
	Diatomaceae	—	—	0+	0+	—	—	0+	0+	0+	0+
	Radiolaria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	Station*	45	46	46a	47	47a	48	48a	49	49a	50
	Date	VII-3	VII-4	VII-4	VII-4	VII-4	VII-4	VII-4	VII-4	VII-4	VII-6
	Time	22.28	03.15	04.20	05.20	06.50	08.40	10.23	13.14	14.55	16.52
	Depths (m)	0←150	0←100	0←70	0←15	0←30	0←40	0←20	0←95	0←100	0←70
	Total plankton	1.30	0.38	0.23	0.18	0.20	0.12	0.10	0.19	0.14	0.55
Group of organisms	Thaliacea	0+	0+	0+	—	—	—	—	0.01	—	—
	Appendicularia	0+	0+	0+	0.01	0+	0+	0+	0+	0+	0+
	Decapoda	0.01	0+	—	—	—	0.01	—	—	—	—
	Euphausiacea	0.16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	—	0.01	0+	0.01
	Amphipoda	0.01	0+	0+	—	—	—	—	0.01	0+	—
	Ostracoda	0+	0+	0+	—	—	—	—	0+	0+	0+
	Branchiopoda	0+	0+	0.03	0.01	0+	0.03	0.03	0+	0+	—
	Copepoda	0.80	0.34	0.18	0.04	0.11	0.02	0.06	0.11	0.09	0.33
	Mollusca	0+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Polychaeta	0+	0+	0+	—	—	0+	—	0+	0+	—
	Sagittoidae	0.14	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.06
	Medusae	0.18	0+	0+	0.02	—	0.01	0.01	0.01	0.03	—
	Dinoflagellata	0+	0+	—	—	—	—	—	—	—	—
	Diatomaceae	0+	0+	—	0.09	0.07	0.05	0+	0.05	0.01	0.15
	Radiolaria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

plankton net hauled from a 150m-depth to the sea surface. (gr/haul)

10	10a	11	12	13	14	15	16	16a	17	18	19	20	21
VI-24	VI-24	VI-24	VI 24	VI-24	VI-24	VI-24	VI-27	VI 27	VI-27	VI-27	VI-27	VI-28	VI-28
00.55	03.00	05.20	09.19	11.55	18.20	20.02	11.20	13.17	14.55	16.00	18.20	05.40	09.07
0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←100	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150
1.27	0.49	0.36	0.23	0.57	0.39	0.42	0.30	0.38	0.60	0.12	0.52	0.10	0.21
0.09	0^+	—	—	—	0.01	0^+	0.01	0.05	—	—	0.08	0^+	0.09
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0.02	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0^+
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0.01	0.01	0^+	—	—	0.01	—	—
0.09	0.01	0^+	0^+	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.13	0^+	0.01
0.01	0^+	0^+	0^+	—	—	0^+	0^+	0^+	0.01	0^+	0^+	0^+	0^+
0^+	0^+	—	—	—	0^+	0.01	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+
0.01	0^+	0.01	0^+	—	0^+	0^+	0^+	0.01	0.06	0^+	0^+	0^+	0^+
0.96	0.42	0.32	0.23	0.45	0.33	0.22	0.21	0.27	0.47	0.09	0.16	0.10	0.09
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0^+	—
—	0.02	—	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0^+	—	0^+	—	0^+
0.09	0.02	0.03	0^+	0.09	0.04	0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0^+	0.01
0.02	0.02	—	0^+	0.02	0^+	0.12	0.01	0.02	0^+	—	0.12	0^+	0.01
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0^+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

32	33	34	35	36	37	38	39	39a	40(1)	41	42	43	44
VI-30	VI-30	VI-30	VI-30	VI-30	VI-30	VI-30	VII-2	VII-2	VII-2	VII-2	VII-3	VII-3	VII-3
08.13	11.20	14.28	17.23	19.27	21.31	23.20	10.35	12.20	16.44	21.31	01.45	06.40	17.50
0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←30	0←75	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150	0←150
0.91	0.92	1.14	0.60	1.42	0.47	0.37	0.37	0.66	0.63	0.92	1.09	0.65	1.17
0^+	—	0.01	0.01	—	—	—	0.05	0.04	0.01	0^+	0.20	0.02	0^+
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0^+	0^+	—
0.01	0^+	0.01	0^+	0^+	—	0^+	—	—	—	0^+	0.02	0.01	0.01
0.02	0.02	0.03	0^+	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0^+	0.14	0.06	0.01	0.02
0.01	0.01	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0.01	—	0^+	0.03	0.01	0.01	0.03
0^+	0^+	—	—	0^+	—	—	—	—	0^+	0^+	0^+	0^+	—
0^+	—	0^+	0.03	0^+	0^+	0^+	0.01	0^+	0.07	0^+	0^+	0^+	0^+
0.76	0.72	0.98	0.43	0.97	0.45	0.31	0.26	0.48	0.32	0.57	0.53	0.44	0.46
0^+	—	0^+	—	0^+	—	—	—	—	0^+	—	—	0^+	—
0^+	—	0^+	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	0^+	0.03
0.08	0.04	0.08	0.02	0.21	0.01	0.05	0.03	0.08	0.04	0.06	0.14	0.12	0.07
0.02	0.13	0.03	0.10	0.20	0^+	0^+	—	0.05	0.19	0.13	0.14	0.04	0.58
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0^+	—	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—
0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—	0^+	0^+	0^+	0^+	0^+	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Total	Mean	%
38.10	0.66	
0.74	0.01	1.9
0.03	0.00^+	0.1
0.19	0.00^+	0.5
3.98	0.07	10.4
0.58	0.01	1.5
0.03	0.00^+	0.1
0.59	0.01	1.5
24.91	0.43	65.1
0^+	0.00^+	0^+
0.19	0.00^+	0.5
3.38	0.06	8.8
3.06	0.05	8.0
0^+	0.00^+	0^+
0.59	0.01	1.5
—	—	—

— : No occurrence.

0^+ : Present but weighed less than 0.01 gr.

* Positions of stations are shown in Table 1.

Numerals enclosed within parentheses show weight of one or two specific animals which occupied greater part of a collection in weight and are excluded from total weight, mean and percentage.

6th, 1955, in an area roughly forming a triangle that connects Miki-saki Lighthouse, Mie Prefecture, a point between Aoga-shima and Bayonnaise Rocks, and I'nubo-saki Lighthouse, Chiba Prefecture, covering 50 stations for hydrographical casts at different layers, 58 stations for vertical haul, and 50 stations for horizontal tow. Comparing with the preceding survey in July 1954, one may see that the present coverage was designed to extend over the east coast of Boso Peninsula more than the earlier one, and numbers of stations were occupied at localities which had not been covered in the previous survey except the survey lines from Miki-saki to Aoga-shima and therefrom to Nojima-saki* on which the numbers of stations as well as localities were almost the same for both surveys by the *Soyo-Maru.*

In comparison with another survey conducted by the R. V. *Meiyo-Maru* two months earlier, in May 1955, the substantial parts of both coverages were generally the same between them, though the present one was somewhat expanded northeastward than it had been before.

2. Methods of Collection and Treatment

i. Nets and Methods Employed for Collection: Two kinds of nets used for sampling the materials under study were the same in construction and in usage as those on the previous occasions in July 1954 and May 1955. They are:

a) 45 cm-plankton net ("Marutoku B-Type"), equipped with a flow meter, vertically hauled up through a 150m-depth or from the bottom when shallower;

b) 1.3m-larval net ("Maruchi A-Type") horizontally towed along the surface for 5 minutes at about 2 knots.

Detailed specifications concerning their constructions, measurements, hauling speeds and so forth are given in a separate paper (Nakai, 1957). In addition to these nets, a high speed sampler for surface towing and a beam trawl for the bottom were used. At a few stations the 1.3m-larval net with a closing device was employed for vertical hauling through different layers at decreasing intervals between each other depth: 4,000-2,000-1,000-600-300-150-0 meters. Studies on these particular materials thus made available are now under way.

ii. Fixing and Treatment of the Materials: The materials collected were fixed in 10 % formalin on the spot. Except a few particular occasions, treatment of them including quantitative determination, identification, and measurement, were carried out at the laboratory after completion of the survey cruise. The quantitative determination of the materials vertically netted through a 150m-depth was carried out by means of wet weight and supplemented with individual countings for important groups of organisms. However, no adjustment was made upon all the values determined against the straining capacity of the nets read from the flow meter in order to have comparable data with those obtained in the region on the previous occasions.

---

* Hereinafter, a station line connecting Miki-saki and Aoga-shima will be called M.-A. line, another from Aoga-shima to Nojima-saki, A.-N. line.

Hydrographical data such as water temperatures, chlorinity, and currents, have been made available for the present study from a report on that field of the survey conducted by N. Watanabe and others (1957).

III. Wet Weight of Macroplankton

In regard to the wet weight of macroplankton distributed over the region under discussion, a few papers have previously been prepared in connection or no connection with the UNESCO research program mentioned in the foregoing paragraph (Nakai and others, 1955 a; the staff of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, 1955; Nakai and others, 1955 b; Nakai, 1957). As has been described above, the materials which had been vertically netted through a 150m-depth were employed for the wet weight determination nearly in the same treatment as given by Nakai (1942). According to every station where they occurred, the weight was measured both for the total amounts of plankton and for the following fifteen major groups of organisms:

Copepoda, Euphausiacea, Sagittoidea, Amphipoda, Medusae including Siphonophora and Ctenophora, Decapoda, Ostracoda, Branchiopoda, Mollusca, Polychaeta, Thaliacea, Appendicularia, Dinoflagellata, Radiolaria, and Diatomaceae.

In measuring, all fish eggs and larvae found in a collection were removed from the total weight. This also was the case with *Salpa fusiformis* Cuvier that occurred in unusual abundance at St. 7. Table 2 indicates, in grams, the wet weight of every haul, total weight, average per haul, and the group composition in percentage. As Thaliacea, having occurred at St. 7, consisted of no other species but *Salpa fusiformis*, their value (1.85gr/haul) has been excluded, as referred to above, from the total amount of that haul, grand total, average per haul, and from the composition.

1. Total Amount of Macroplankton

i. Composition Compared with the Previous Collections: Of the entire macroplankton collected during the survey, the average wet weight, 0.66gr/haul (table 2), was found in proximity with 0.71gr/haul, the mean obtained in July 1954, but a little higher than 0.52gr/haul in May 1955. Comparison of the group composition among data so far available is tabulated below.

As evident from the following table, only one phytoplankton that occurred in an appreciable amount in the surveys was diatoms, forming 1.5% of the total weight of plankton, while very little or no amount of other phytoplankton were collected on these occasions, the fact being undoubtedly attributable to the selectivity of the mesh size of the nets in use. Among the whole plan-

Group of plankton	Percentage by Groups of Plankton					
	July 1954 %		May 1955 %		June-July 1955 %	
Thaliacea	0.1		3.0		1.9	
Appendicularia	0.0*		0.0*		0.1	
Decapoda	0.6	74.8	0.7	78.6	0.5	79.1
Euphausiacea	6.3		5.7		10.4	
Amphipoda	0.5		3.4		1.5	
Ostracoda	0.1		0.4		0.1	
Branchiopoda	—		0.0*		1.5	
Copepoda	67.3		68.4		65.1	
Mollusca	11.9 (mostly *Janthina* sp.)		0.1		0.0*	
Polychaeta	0.0*		1.2		0.5	
Sagittoidea	8.1		7.5		8.8	
Medusae	5.1		8.4		8.0	
Dinoflagellata	0.0*		0.0*		0.0*	
Radiolaria	—		1.0		—	
Diatomaceae	—		0.0*		1.5	
Total	100.0		99.8		99.9	

* The calculation has been made to the nearest one tenth of one percent with asterisks indicating the values less than that.

kton collected on all three occasions, the dominant was always crustaceans in a close coincidence in the compositions comprising, about 75 % in July 1954, 79 % both in May and in July 1955. Copepods, an overwhelming majority of that class, represented 65 to 68 % of the whole. On both occasions in 1955, Euphausiacea, Saggitoidea, Medusae (inclusive of Siphonophora and Ctenophora) ranked between the second and the fourth. In 1954, however, larval shells of *Janthina* sp. (11.9 %) dominated next to copepods and over the former three placed between the third and fifth rank. Attention should be drawn to such a fluctuation in their compositions.

Decapoda, Amphipoda, and Thaliacea, though some species of these orders may be found unusually large in size but seldom in number, occurred no more than 4 % throughout the surveys except a particular haul being excluded from the group composition.

Everyone of six groups; Appendicularia, Ostracoda, Branchiopoda, Polychaeta, Dinoflagellata, and Radiolaria, occurred but so little in wet weight that even putting together, they remained only 0.1 % in July 1954, 2.6 % in May 1955, and 2.2 % in the present survey.

ii. Geographical Distribution: In figure 2, showing geographical patterns of the whole plankton in wet weight, the eastern part of the region had the organisms distributed more densely than the western part, particularly the density of more than 0.9 gr/haul followed most stations occupied on a line connecting Aoga-shima (Isl.) and Nojima-saki along the main flow of the Kuroshio. Another fertile zone of 1 gr/haul or more was extending westward from the vicinity of Miyake Island to the offing of Omae-saki. In contrast,

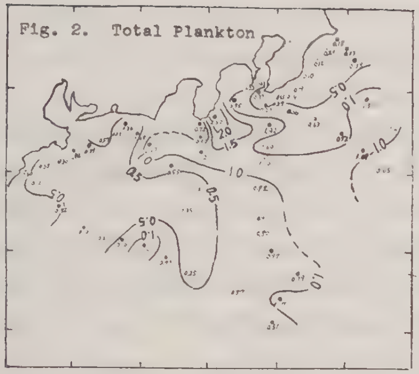


Fig. 2. Total Plankton

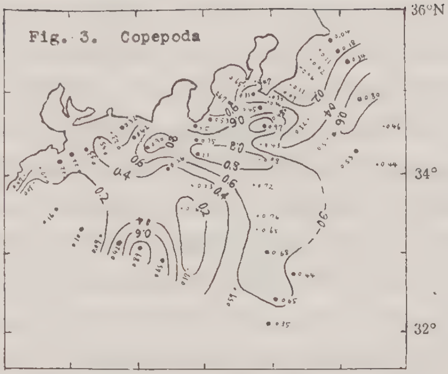


Fig. 3. Copepoda

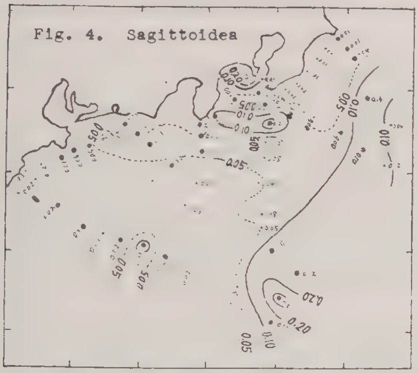


Fig. 4. Sagittoidea

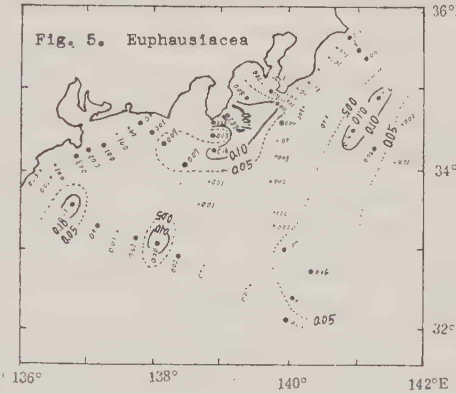


Fig. 5. Euphausiacea

36°N
34°
32°
136°
138°
140°
142°E

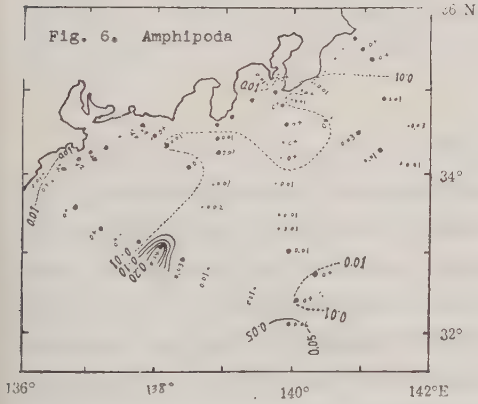


Fig. 6. Amphipoda

36 N
34°
32°
136°
138°
140°
142°E

Figs. 2-6. Distribution of plankton by groups of organisms in wet weight (gr/haul).

Collections were made by the 45cm plankton net hauled from 150m depth to the sea surface.

- • Collecting stations at daylight (0600-1800)
- ● Collecting stations at night (1800-0600)

there was a zone with the density less than 0.5 gr/haul along the outer coast of Boso Peninsula; and in particular the water off the long beach of Kujukuri had as little as 0.1 to 0.2 gr/haul. However, it may not be feasible to compare this area with the others in the values of density as they were obtained, because the depth of these waters for vertical hauling was shallower than that of the other areas.

In the present survey, layers of Sts. 23 and 24 off Omae-saki, which were located closely to the center of the cold water mass observed two months before in May 1955, had plankton more densely distributed and water temperature a little higher than in the neighborhood. However, when these areas and another denseness extending off Miyake Island are excluded, one may perceive of a thin zone less than 0.5 gr/haul spreading over the entire reach of the western part of the region.

In the light of such geographical patterns as described above, it may be asserted that the wet weight distribution of macroplankton on the present occasion was thick in the warmer waters but thin in the colder area of the region just as it was in July 1954 and May 1955. The facts are suggestive of a constant relationship generally maintained between geographical peculiarities in the amounts of plankton and hydrographical conditions. Although some interpretations were given to conceivable factors which would likely be responsible for bringing about the geographical peculiarities (Nakai, 1957), they have not been conclusive enough.

A remarkable occurrence as much as 2.5 gr/haul at St. 4 occupied east off Izu Peninsula was attributable mainly to Euphausiacea (1.87 gr/haul), comprising 35 individuals of large sized species, *E. similis* G. O. Sars as will be referred to later. No other stations yielded that much; and the range of the occurring amounts was limited.

2. Copepoda

Occurring with the density of 0.43 gr/haul in the mean wet weight, Copepoda represented a greater majority or 65 % of the whole plankton collected in the present survey. This dominancy has been held just as well as it was before. The stations where they formed more than one half of a haul numbered 49 out of 58 covered during the present cruise, proving an important position of copepods among all the plankton in the region under survey. Therefore, general tendency in their geographical distribution was almost the same as that of the whole plankton (figure 3). Here high lights should be cast on two fertile zones both having more than 0.6 gr/haul: the one extends from the Kuroshio area in the east, veering west in the vicinity of Miyake Island to reach to south of Omae-saki; the other is located, though on a small scale, in a warmer part of the sea centering around St. 24 off Omae-saki. An important component of this limited fertile zone, as will be mentioned later, was *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), which had not occurred there so crowdedly in the earlier surveys both in July 1954 and in May 1955 as it did this time.

Adjacent to this area, two sparsest zones less than 0.4 gr/haul were located isolatedly from the neighborhoods. A distribution pattern by species of copepods which looked different from that of the whole plankton was an existence of a narrow area east of Izu Peninsula where *Euphausia similis* occurred in plenty. In the coastal area off Kumano-nada, occurrence of *Calanus finmarchicus*, which had been most plentiful in May 1955, showed a marked decrease in weight in June, coming down nearly to the same level as it was in July 1954. Such fluctuations in distribution—the one as of this species in the area, and the other as of *Janthina* sp. in the cold water mass described before—seem to be striking phenomena worth paying attention to.

3. Sagittoidea

Representing 8.8% of the whole plankton, Sagittoidea occurred with density of 0.06 gr/haul in the mean wet weight. They always ranked third in all the plankton collected on the three occasions without an appreciable difference in amount from each other survey. In particular, close similarities were noticed between the present trend and the previous ones in their horizontal distribution (figure 4), between their distribution pattern and those of the whole plankton and of Copepoda, and so in the relationship with hydrographic conditions. Although an occurrence of these organisms with 0.31 gr/haul at St. 28 in the vicinity of Aoga-shima may appear exceptional, such a single haul as this does not seem to affect the general tendency in their distribution in the region under report.

4. Euphausiacea

Averaging 0.07 gr/haul in wet weight, and composing 10.4% of the total plankton, Euphausiacea were collected second to Copepoda, though the former was by far smaller in amount than the latter. Geographical distribution of these organisms (figure 5) reveals similarity with those of Copepoda and Sagittoidea in many respects. However, collecting hours of the day would strongly affect the amount of the haul because of amazing migration they vertically follow at different times of the day. The stations where they made appearance in a great host were all occupied at night except for a few night-stations having had little occurrence, which seems to be dependent on locality. Such a tendency in the geographical distribution as seen in the night-time occurrence does not seem to present a great difference from the general pattern given in figure 5.

Of the geographical peculiarities with Euphausiacea, one difference from those of Copepoda and Sagittoidea was that of *E. similis* which was found in a large concentration around St. 4 east of Izu Peninsula as stated before. This was nothing but a local phenomenon at a single station, however. A detailed account of this is to be included in a separate paper (Honjo, 1957).

5. Other Groups of Organisms

Among the entire plankton, major groups of organisms in wet weight consisted of Copepoda, Euphausiacea, and Sagittoidea. Taking the three together, the mean wet weight was 0.56 gr/haul, and the composition, 84.3 % of the total amount of plankton. The minor groups remained as low as 0.10 gr/haul on the average, and 15.7 % against the total. Of distribution patterns for some of these minor groups, Amphipoda (figure 6) covered widely over the offshore; but they were as sparse as 0.01 gr/haul or less in the coastal waters of the region.

Little or no amounts of Thaliacea were collected in the entire reach of Sagami-nada or in the sea extending southeast from the coastal area off Kujukuri with the exception of a throng of 1.85 gr/haul that made occurrence at St. 7, consisting mostly of *Salpa fusiformis*, as referred to above. Coastal inclination was pronounced by Branchiopoda that were distributed mainly in the coastal waters covering from Kumano-nada and as far as Kujukuri.

The amount of Diatomaceae to be collected by a net is dependent upon the mesh size of the net. A net with a mesh aperture measuring, for instance, 0.32 mm wide, as the case with the present one, would be capable of hauling only those which are heavily distributed and possess, as an individual or as a group, such a size and such a structure that they would be liable to clog the net. In contrast with negligible amounts in weight collected in the two preceding occasions, either one of few dominant species made appearance this time at stations adjacent to Kujukuri lying between I'nubo-saki and Nojima-saki. They were *Nitzschia seriata* Cleve, *Skeletonema costatum* (Grev.), or *Chaetoceros compressus* Lauder.

Profusely distributed over the coastal waters off Boso Peninsula were Medusae. In particular, they made appearance with 0.21 gr/haul at Sts. 40 to 45; their composition being about 22 % of the total amounts of plankton. Larval shells of *Janthina* sp. which had occurred so bountifully in the cold water mass off Enshu-nada in July 1954 that they looked like an indicator of that water body, showed little or no trace in that area either in May or in July 1955. (Z. Nakai)

IV. Species and Number of Copepoda

From view point of commercial fisheries the most important group of organisms is Copepoda which represented, in wet weight, a greater majority of macroplankton netted in the region under report. There are several papers dealing with taxonomy and specific distribution of this order in the covering region (Marukawa, 1908; Tanaka, 1935, 1937; Yanagisawa, 1945; Honjo 1952; Matsudaira and others, 1955; Nakai and others, 1955b; Honjo and others, 1957).

In studying the materials vertically netted through a depth of 150m, individual countings of species have been conducted only with adults of Gymnoplea. The amount of distribution indicated by gr/haul has not been adjusted with the straining capacity of the net.

1. Species that Occurred.

The number of species that occurred on this occasion was 83 belonging to 34 genera of Gymnoplea and 10 genera of Podoplea, as tabulated below, showing an increase of about ten species more than the occurrence two months before in May 1955.

Gymnoplea

Calanus finmarchicus (Gunnerus)
C. tenuicornis Dana
C. gracilis (Dana)
C. robustior Giesbrecht
C. minor (Claus)

C. darwinii (Lubbock)
C. vulgaris (Dana)
C. sp.
Eucalanus elongatus (Dana)
Euc. bungii californicus Johnson

Euc. attenuatus (Dana)
Euc. crassus Giesbrecht
Euc. subcrassus Giesbrecht
Euc. mucronatus Giesbrecht
Euc. subtenuis Giesbrecht

Euc. pileatus Giesbrecht
Euc. sp.
Rhincalanus nasutus Giesbrecht
Rhinc. cornutus Dana
Mecynocera clausi Thompson

Paracalanus parvus (Claus)
Parac. aculeatus Giesbrecht
Acrocalanus gracilis Giesbrecht
Acroc. longicornis Giesbrecht
Acroc. gibber Giesbrecht

Acroc. monachus Giesbrecht
Acroc. sp.
Calocalanus pavo (Dana)
Clausocalanus arcuicornis (Dana)
Clausoc. pergens Farran

Clausoc. furcatus (Brady)
Clausoc. sp.
Ctenocalanus longicornis Mori
Aetideus armatus (Boeck)
Aetideus giesbrechti Cleve.

Gaetanus armiger Giesbrecht
Gaet. sp.
Undeuchaeta plumosa (Lubbock)
Uud. sp.
Chirundina sp.

Euchirella amoena Giesbrecht
Euchir. rostrata Giesbrecht
Euchir. sp.
Euchaeta marina (Prestandrea)
Euch. wolfendeni A. Scott

Euch. longicornis Giesbrecht
Euch. plana Mori
Euch. media Giesbrecht
Euch. flava Giesbrecht
Euch. sp.

Scottocalanus helenae (Lubbock)
Scottoc. securifrons (T. Scott)
Scaphocalanus echinatus Farran
Scaphoc. sp.
Scolecithricella minor (Brady)

Scolecithric. bradyi (Giesbrecht)
Scolecithrix danae (Lubbock)
Scol. sp.
Phaenna spinifera Claus
Ph. sp.

Centropages abdominalis Sato
Cent. bradyi Wheeler
Cent. elongatus Giesbrecht
Cent. gracilis (Dana)
Cent. furcatus (Dana)

Cent. sp.
Temora discaudata Giesbrecht
T. stylifera (Dana)
Pleuromamma abdominalis (Lubbock)
Pleur. xiphias (Giesbrecht)

Pleur. robusta (Dahl)
Pleur. gracilis (Claus)
Pleur. sp.
Lucicutia ovalis Wolfenden
Luc. flavicornis (Claus)

Heterorhabdus papilliger (Claus)
Haloptilus longicornis (Claus)
Hal. ornatus (Giesbrecht)
Hal. acutifrons (Giesbrecht)
Hal. sp.

Paraugaptilus buchani Wolfenden
Candacia longimana Claus
Cand. bradyi Scott
Cand. discaudata Scott
Cand. catula Giesbrecht

Cand. truncata (Dana)
Cand. pectinata Brady
Cand. curta Dana
Cand. bispinosa Claus
Cand. aethiopica Dana

Cand. bipinnata Giesbrecht
Cand. sp.
Labidocera pavo Giesbrecht
Lab. japonica Mori
Lab. bipinnata Tanaka

Lab. sp.
Pontellina plumata (Dana)
Acartia negligens Dana
A. danae Giesbrecht
A. clausi Giesbrecht

A. sp.

Podoplea
Oithona spp.
Setella sp.
Microsetella sp.
Clytemnestra sp.
Oncaea spp.

Lubbockia spp.
Sapphirina spp.
Corycaeus spp.
Copilia spp.
Pachysoma sp.

2. Distribution of Species by the Number of Individuals

The coverage of the present cruise, extending as far as the outer coast of Boso Peninsula with a greater numbers of stations occupied along the inshore waters, had a range wider than one surveyed by the *Soyo-Maru* in July 1954, but did not include the high sea in the southeast investigated by the *Meiyo-Maru* in May 1955. For this reason, analyses of these parts of the sea could not be made on a comparable basis.

Leaving these areas out of discussion, one may examine distribution types of some species in accordance with the classification adopted in the previous reports on the surveys in July 1954 and May 1955 in comparison with the distribution observed on those early occasions.

Type A: *C. finmarchicus* and *Parac. parvus* (figures 7, 8, 9) showed coastal inclination in their occurrence, though a large amount of the former were independently collected in the west of Aoga-shima as they had been in July 1954. *Euch. flava* (figure 10), keeping nearly the same pattern as in July 1954, were copiously distributed to the west of the cold water mass with low chlorinity. A pattern rather similar to that of *Euch. flava* was followed by *C. tenuicornis* (figure 11) despite they had appeared to belong to Type B when found two months before in May—the type which seems peculiar to species occurring on the warm current area on the high sea. *Ctenoc. longicornis* and *Clausoc. arcuicornis* (figures 12, 13) made little difference from their distribution in May.

Type B: The organisms that were distributed in the warm current but

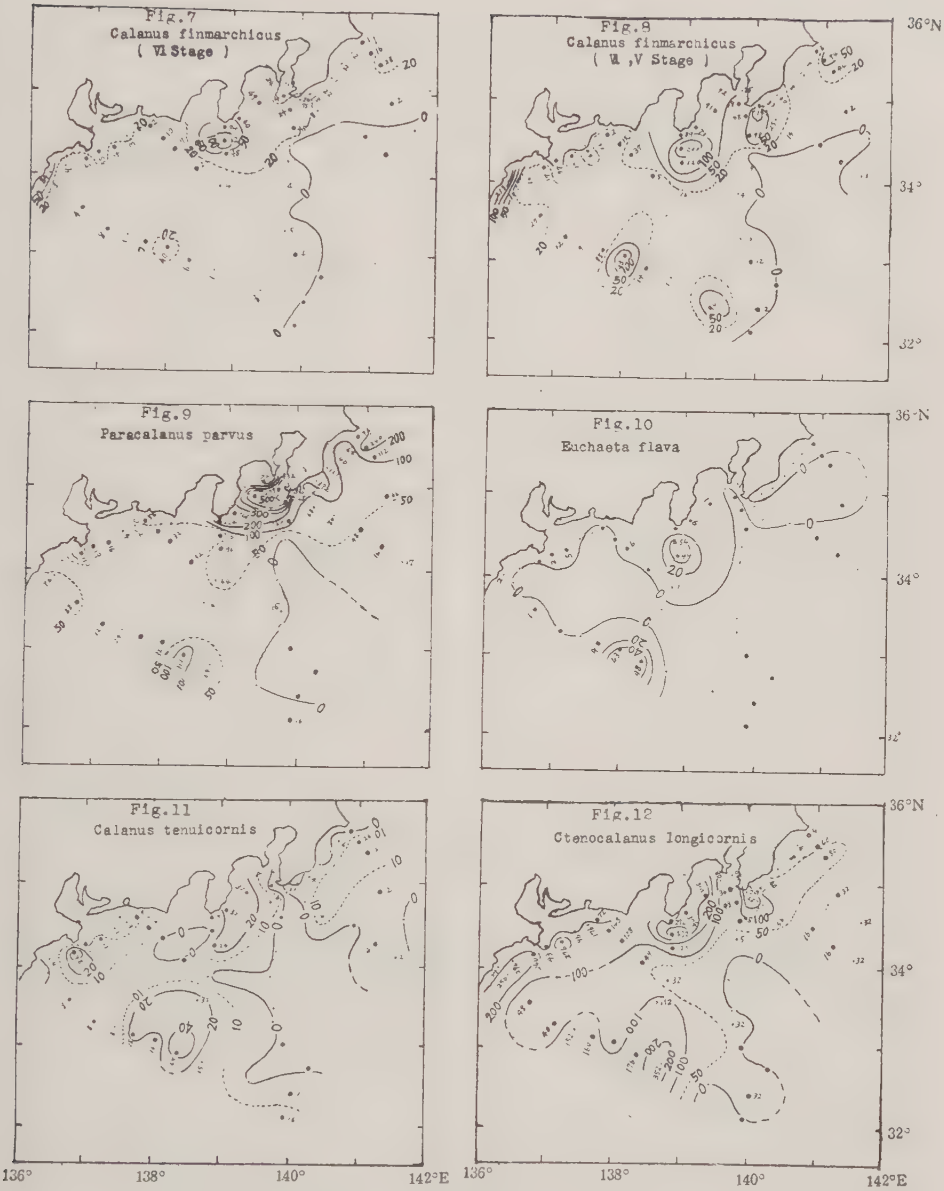


Fig.7 Calanus finmarchicus (Ⅵ Stage)

Fig.8 Calanus finmarchicus (Ⅳ ,V Stage)

Fig.9 Paracalanus parvus

Fig.10 Euchaeta flava

Fig.11 Calanus tenuicornis

Fig.12 Ctenocalanus longicornis

36°N
34°
32°
36°N
34°
32°
136°
138°
140°
142°E
136°
138°
140°
142°E

Fig. 7-12. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

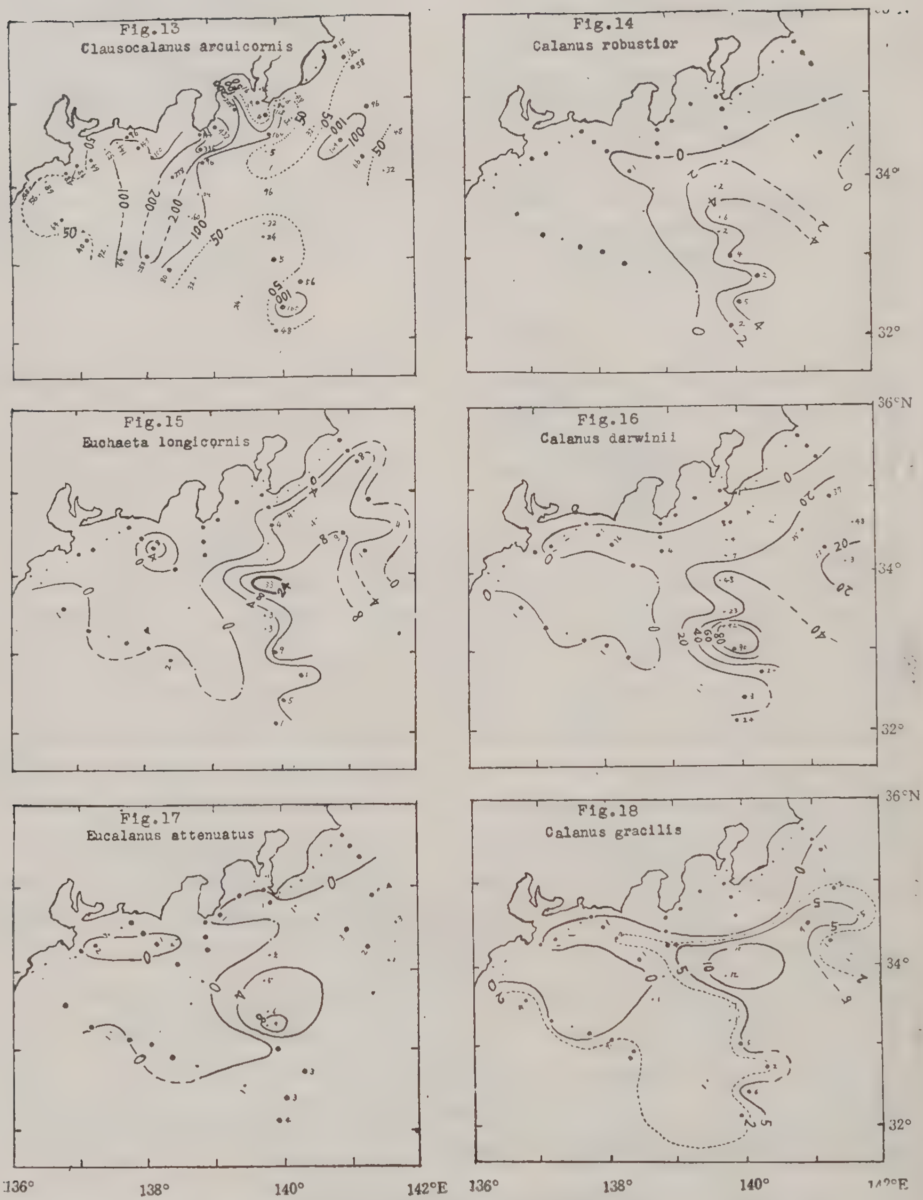


Fig.13
Clausocalanus arcuicornis
Fig.14
Calanus robustior
Fig.15
Euchaeta longicornis
Fig.16
Calanus darwinii
Fig.17
Eucalanus attenuatus
Fig.18
Calanus gracilis
36°N
34°
32°
136°
138°
140°
142°E

Figs. 13-18. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

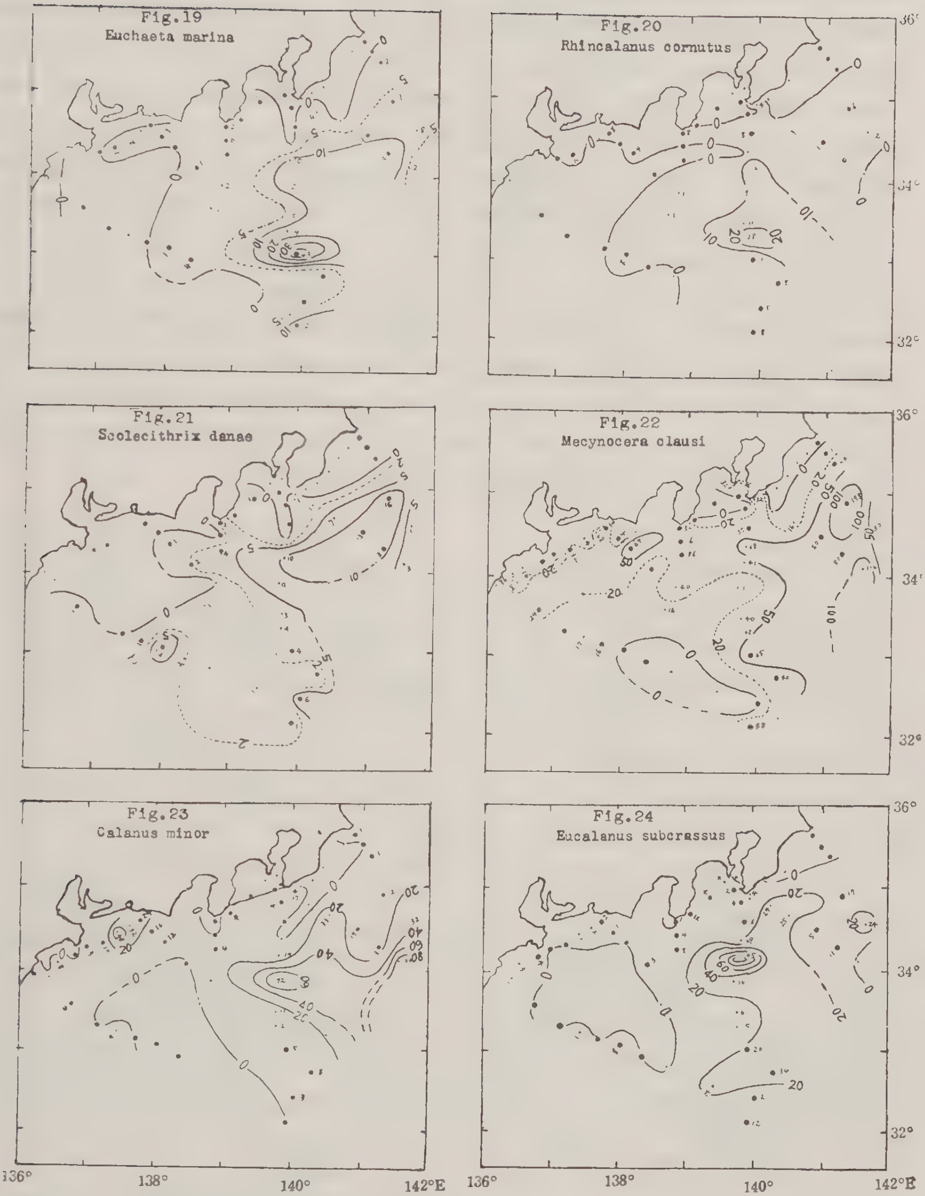


Fig.19 Euchaeta marina

Fig.20 Rhincalanus cornutus

Fig.21 Scolecithrix danae

Fig.22 Mecynocera clausi

Fig.23 Calanus minor

Fig.24 Eucalanus subcrassus

Figs. 19-24. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

made little or no occurrences in the cold water or the low chlorinity inshore lying west of that water mass were: *C. robustior*, *Euch. longicornis*, *C. darwinii*, *Euch. attenuatus*, *C. gracilis*, *Euch. marina*, *Rhinc. cornutus*, and *Scol. danae* (figures 14 to 21). On the other hand, there were some species distributed more or less in that low chlorinity area, as well. They were *Mecy. clausi*, *C. minor*, *Euc. subcrassus*, and *Euc. subtenuis* (figures 22 to 25). In comparison with the previous findings in July 1954 and May 1955, some increase in the inshore distribution was noticed with *C. minor* and *Euc. subcrassus*, like *C. tenuicornis*, in association with rises in water temperature. These species showed, just as they did in May, a peculiar pattern like a tongue projecting westerly from the offshore of Suruga Bay toward Enshu-nada. In addition, *Parac. aculeatus* and *Clausoc. pergens* (figures 26, 27) are thought to follow as the members of the warm current species the distribution of Type B_{III} referred to in the survey in May of the current year. No substantial change from the preceding distributions of *Rhinc. nasutus* (figure 28) was noticed.

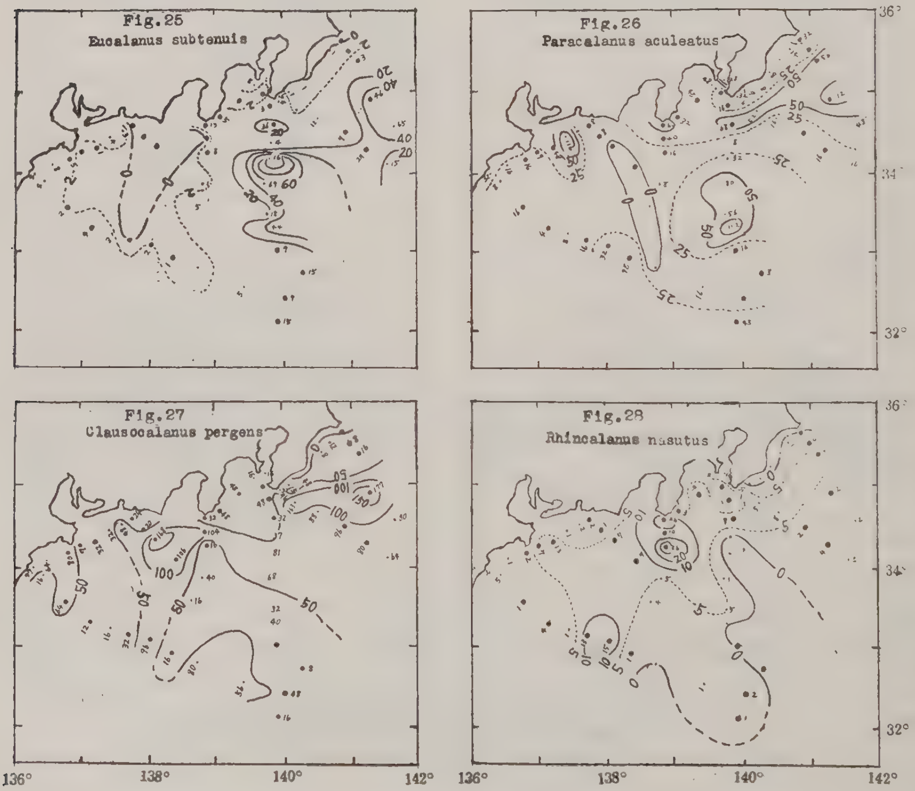


Fig.25
Eucalanus subtenuis
Fig.26
Paracalanus aculeatus
Fig.27
Clausocalanus pergens
Fig.28
Rhincalanus nasutus
36°
34°
32°
136°
138°
140°
142°

Figs. 25-28. Distribution of Copepoda by species.
See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

3. Distribution of Species Belonging to Gymnoplea

The areas where the main current of the Kuroshio was flowing were supplied with the greatest varieties of species belonging to Gymnoplea with the range of species numbering about 30 to 40 at stations (figure 29). Of these waters, dominant species were distributed in an area centering around a point in the vicinity of Miyake Island with a zone branching therefrom westerly as far as Kumano-nada where some 25 to 30 different species occurred at stations. In contrast, a few different species were collected in most of inshore waters including the outer coast of Boso Peninsula and at Sts. 20 to 22, and 25 lying in the cold water mass. In particular, St. 25 in the center of that water body produced as few as nine species like in May. It may be evident from the above description that the distribution trends in both months of 1955 represented a close resemblance between them, though the numbers of differences in general augmented in July from what they were in May. As pointed out in the previous paper (Honjo and others, 1957), these facts—general coincidence in distribution trends of species of Gymnoplea, and a close relationship of copepods with hydrographical conditions—have reassured that the numbers of different species of this suborder could serve as indicators of water masses just as clearly as qualitative and quantitative values determined from their distribution would do. (K. Honjo, H. Ohta, T. Kidachi, K. Umeda, and S. Kudoh)

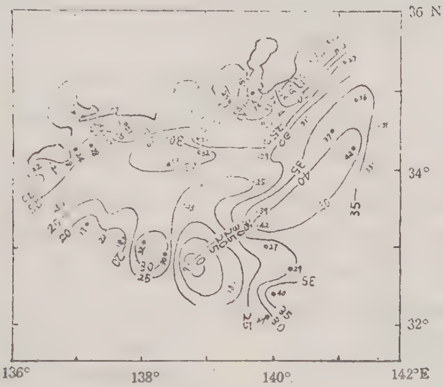


Fig. 29. Number of species of Gymnoplea.
See footnote of Figs. 2-6 for relevant information

V. Species and Number of Euphausiacea

As has been mentioned in a foregoing section, Euphausiacea is one of the most important groups of animals for fisheries because of their nutrient value for fish as well as of the large quantity next to Copepoda among macroplankton. Very few information, however, has been given regarding to their species and distribution in the neighboring waters of Japan, except a report prepared on the basis of the material collected by the R. V. *Meiyo-Maru* in the Kuroshio area (Honjo, 1957).

This chapter is devoted to the study of Euphausiacea vertically hauled by the 45 cm-plankton net from a 150 m-depth up to the surface as in the case with Copepoda. The numbers of occurrence have not been adjusted by the quantity of strained water through the net.

1. Species that Occurred

Comparing 20 species belonging to 5 genera collected during the present cruise with 19 species to 5 genera netted in the region two months before (Honjo, 1957), one may notice that *Thysanopoda* cf. *microphthalma*, *Euphausia diomedeae*, and *E. gibba* were not found on the previous occasion while *E. brevis?* and *Nematoscelis gracilis* were not in the present survey.

The species collected during the present survey are enumerated below.

Thysanopoda cf. *microphthalma* G. O. S.
Thysanopoda sp.
Euphausia pacifica H. J. H.
E. tenera H. J. H. (*E. gracilis* Dana)
E. similis G. O. S.
E. mutica H. J. H.
E. recurva H. J. H.
E. diomedeae H. J. H.
E. hemigibba H. J. H.
E. gibba H. J. H.
E. spp. (3 species)
Thysanoessa gregaria G. O. S.
Nematoscelis microps G. O. S.
Stylocheiron carinatum G. O. S.
S. suhmii G. O. S.
S. microphthalma H. J. H.
S. affine H. J. H.
S. sp.

2. Geographical Distribution

E. pacifica was collected along the coasts of Boso Peninsula, east side of Izu Peninsula, Kumano-nada and Sts. 22 and 23, but less than 10 individuals for each station (figure 30). *E. similis* was collected from those stations situated to the southeast of Izu Peninsula (figure 30). Collected at St. 4 were 35 individuals of this species, measuring 17–19 mm in entire length, the largest of all the materials collected during both surveys in 1955. Neglecting one individual at St. 23, the distributing area of *E. similis* was centering around the west side of the Izu Islands. Like *E. pacifica*, this species appeared distributed in the coastal regions, as well.

Styl. carinatum was found in the warm offshore current as in May. Organisms including the foregoing species were seen distributed as in an oblique shaded area in figure 30 in contrast with *E. pacifica* and *E. similis* that occurred outside of the area.

Thysanopoda cf. *microphthalma* occurred at Sts. 30, 41, 45, while one individual of *Thysanoessa gregaria* from St. 24 (figure 30).

Species such as *E. tenera*, *E. recurva* and *E. hemigibba* were fished in the warm current area as in the case observed in the previous survey.

As is seen in figures 30 and 31, Euphausiacea were collected at night exclu-

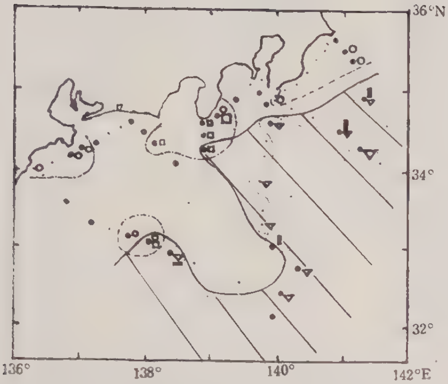


Fig. 30. Distribution of five species of Euphausiacea.

- ○ *Euphausia pacifica*
- □ *Euphausia similis* (□ shows of the stations where more than 10 individuals of *E. similis* per haul were collected.)
- ▮ *Thysanopoda* cf. *microphthalma*
- ▬ *Thysanoessa gregaria*
- ▽ *Stylocheiron carinatum* (▽ shows of the stations where more than 10 individuals of *S. carinatum* per haul were collected.)

The oblique shade shows the region where *Stylocheiron* were collected.

See footnote of Figs. 2–6 for relevant information.

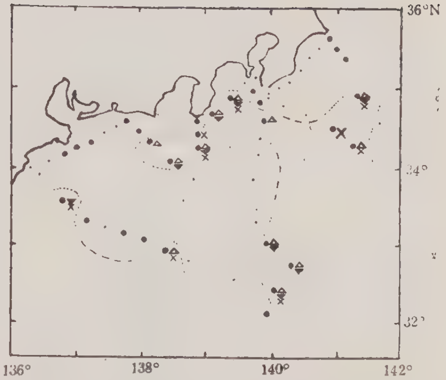


Fig. 31. Distribution of three species of *Euphausia*.

- △ *Euphausia tenera*
- ▼ *E. recurva*
- × *E. hemigibba* (✕ shows of the station where more than 10 individuals of *E. hemigibba* per haul were collected.)

See footnote of Figs. 2–6 for relevant information.

sively. No adult form of *Thysanopoda* cf. *microphthalma*, *Thysanoessa gregaria*, *E. tenera*, *E. recurva*, *E. hemigibba*, or *Styl. carinatum* occurred even at night from the coastal waters along Enshu-nada, Kumano-nada nor the east side of Boso Peninsula despite having been distributed in the offing areas as mentioned before. Therefore, these figures seem to show a general picture of their geographical distribution.

At most stations, not many but one to three individuals of them were hauled as in May. Though not plotted in the figures, *E. diomedeae*, and *E. mutica* were found in the same areas as *E. recurva* mentioned above.

(K. Honjo)

VI. Planktonic Gastropoda

Of the species that occurred, nine belong to Prosobranchia including seven heteropodous species and 16 to Opisthobranchia, almost all of them being pteropods but one. The numbers of species and individuals are shown below. Further detailed information will be given in the near future.

		Generic name	No. of species	No. of individual	No. of sp. (ind.) in previous survey
Prosobranchia		*Janthina*	2	2	3(7)
	Heteropoda	*Firoloida*	1	1	10(112)
		Cardiopoda	1	2	
		Atlanta	5	108	
Opisthobranchia		*Cephalopyge*	1	1	
	Pteropoda Thecosomata	*Creseis*	4 (subsp.)	98	15(270)
		Styliola	1	66	
		Euclio	1	3	
		Diacria	2	5	
		Cavolina	5	79	
		Cuvierina	1	1	
		Hyalocylix	1	18	

The members of *Janthina* collected were one for *J. prolongata* Blainville and another for *J. umbilicata* d'Orbigny. Among heteropods, there were found two specimens of *Cardiopoda richardi* Vayssière which had scarcely been collected before. Five species of *Atlanta*, in the sequence of decreasing numbers of occurrences are: *A. peroni* Lesueur 83 (76.8%) *A. inclinata* Souleyet 14 (12.9%), *A. lesueri* Souleyet 7 (6.5%) and *A. fusca* Souleyet, *A. turriculata* d'Orbigny 2 (1.9%) for each. In the present survey, percentage of *A. lesueuri* to the whole was considerably low, but, *A. peroni* dominated the others. An individual of *Cephalopyge*, one of pelagic opisthobranches belonging to Acoela, was collected off Izu Peninsula. The species of Pteropoda important in number are *Creseis virgula conica* Eschscholtz, *C. acicula clava* Rang, *Cavolina longirostris* Lesueur and *Styliola subula* (Quoy et Gaimard).

2. Distribution

These organisms were collected at 26 stations, out of 50 occupied. The main collecting stations were situated only in the offing area eastward to a longitude extending south of Nojima-saki. Distributions of Heteropoda and Pteropoda are plotted in figures 32 and 33.

In the previous survey (Okutani, 1957) these holoplanktonic gastropods were frequently fished at night. For the present survey 25 stations were occupied during daytime (0600-1800) and the other half at night (1800-0600). As yet seven individuals of two species of Heteropoda were collected only from two daylight-stations, whereas 14 individuals of six species from five night-stations; the mean number of individual per haul 3.5 at daytime against 20.8 at night. Such inclination as they were more often collected at night than daylight was also observed in case of Pteropoda. At almost all the stations where Heteropoda were collected during this survey, surface temperature was more than 26°C in spite that some *Atlanta* had occurred at 16.8°C in the previous survey in May 1955; Pteropoda tended to occur in the water more than 25°C.

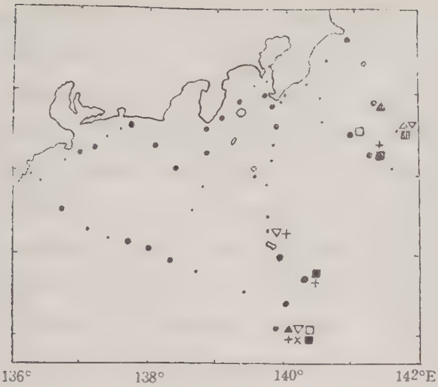


Fig. 32. Distribution of Heteropoda.
- ▲ *Cardiopoda richardi* Vayssière
- △ *Firoloida desmaresti* Lesueur
- ▽ *Atlanta inclinata* Souleyet
- ■ *At. lesueuri* Souleyet
- □ *At. turriculata* d'Orbigny
- × *At. fusca* Souleyet
- + *At. peroni* Lesueur

Collections were made by horizontal surface tows of the 1.3m larva net hauled for 5 minutes at ca. 2 knots.
- · Collecting stations at daylight (0600-1800).
- ● Collecting stations at night (1800-0600).

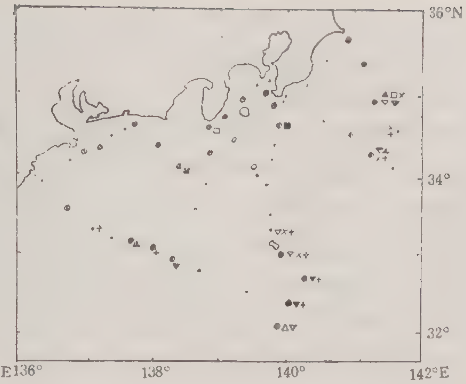


Fig. 33. Distribution of *Euclio*, *Diacria* and *Cavolina*.
- ▲ *Euclio pyramidata* (Linné)
- △ *Diacria trispinosa* (Lesueur)
- ▽ *D. quadridentata* (Lesueur)
- ▼ *Cavolina inflexa* (Lesueur)
- □ *C. globulosa* Rang
- ■ *C. unicinata* Rang
- × *C. longirostris longirostris* (Lesueur)
- + *C. longirostris angulata* Souleyet

See footnote of Fig. 32 for relevant information

During the survey under report Sts. 27-30 where many of these animals occurred were occupied at night (1905-0357) in the vicinity of Sts. D5-D7 covered also nightly (1850-0313) by the *Meiyo-Maru* about two months before. High similarity in the distribution patterns is evident between the results from these night collections. However, attention should be drawn to the difference of mean surface temperature at above two series of stations: 26.3°C at Sts. 27-30 covered by the *Soyo-Maru* and 23.1°C at Sts. D5-D7 by the *Meiyo-Maru*.

(T. Okutani)

VII. Fish Larvae and Eggs

In respect to the distribution of pelagic fish larvae and eggs in an extensive Kuroshio area from Miki-saki to I'nubo-saki, several papers on various species have been prepared by Konishi, 1935, the staffs of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory and of Katsuura Branch of Chiba Prefectural Fisheries Experimental Station, 1950; Nakai and others, 1955a and b; Hattori and others, 1957.

This part of the report is assigned to the study on the fish larvae and eggs collected by the horizontal surface tows of the 1.3 m-larval net and by vertical hauls of the 45 cm-plankton net from a 150 m depth up to the surface.

On the one hand, the horizontal haul is likely efficient in gathering meagerly distributed plankters, as very voluminous water would be strained through the net because of largeness both of its apertural diameter and of towing distance. On the other hand, as the horizontal tows of this net are limited to the surface collections, they may not always show highly quantitative precision to be required in discussing the geographical distribution. A merit of the vertical hauls with the 45 cm-plankton net is the quantitative accuracy securable for the geographical pattern of densely distributed plankters. But the method is not commendable for the meager organisms in view of its limitation in straining capacity of water.

A. Fish Larvae and Eggs Collected by the 1.3 m-larval Net.

1 Fish Larvae

i) The numbers of species and individuals that occurred.

There occurred 3,365 larvae belonging to 72 or more species. As some of them, however, have not been identified, the numbers of species are not conclusive. The dominant species was anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn), "katakuchi-iwashi",* amounting to 2, 639 individuals or 78.4 % of the whole. Numerous next to *Engraulis japonica* were youngs of lantern fishes belonging to Myctophidae. They consisted of 421 individuals or 12.5 % of which 317 (9.4 %) was *Lampanyctus* sp. and 72 (2.1 %) *Myctophum affiine* (Lütken), "susuki-hadaka". Other larval fish of important species collected during this survey were round herring, *Etrumeus micropus* (T. & S.), "urume-iwashi", (0.1 %); flying fishes belonging to Exocoetidae, including 4 genera 8 species, 48 (1.3 %); mackerel, *Pneumatophorus* sp., "saba", 23 (0.7 %); horse mackerel, *Trachurus japonicus* (T. & S.) "ma-aji", 5 (0.2 %); and yellowtail, *Seriola* sp., 3 (0.1 %). But none of sardine, *Sardinops melanosticta* (T. & S), "ma-iwashi", nor saury, *Cololabis saira* (Brevoort), "samma," were collected then and there. Along M.-A. line** and A.-N. line**, 22 stations were occupied in the present cruise and 19 in the previous one. On these lines the present occurrence of *Engraulis japonica*, amounting to 634 or 56 % of the whole fish larvae collected then and there, took over the previous dominancy of *Myctophum affine*.

ii) Geographical Distribution

Figures 34-38 show the horizontal distributions of *Engraulis japonica*, Exocoetidae, *Pneumatophorus* sp., *Trachurus japonicus*, *Seriola* sp. and Myctophidae, of which first five are important for fisheries and the last was

---

* The names spelled in Hepburn's Romanized letters and enclosed in quotations show the vernacular common names of fish preceded by their scientific names.

** See footnote on page 164.

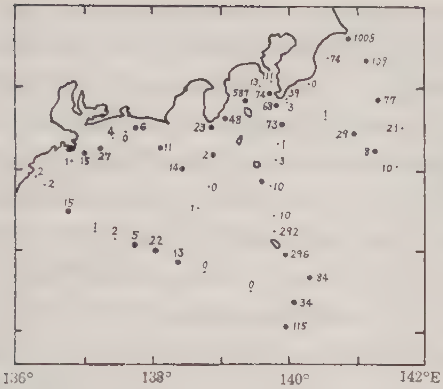


Fig. 34. Distribution of whole fish larvae. See footnote of Fig. 32 for relevant information.

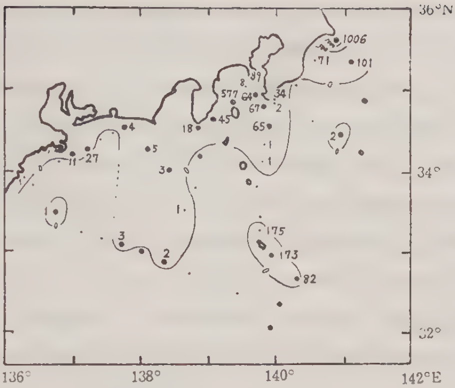


Fig. 35. Distribution of anchovy larvae, *Engraulis japonica*. See footnote of Fig. 32 for relevant information.

remarkable for a large number of occurrence.

The whole larvae: In figure 34, the distribution of the whole fish larvae is shown. They were collected at 45 stations out of 50 occupied. The stations where many individuals were collected are, in the order of decreasing number, 2 miles south off I'nubo-saki, 1,008 (29.7 %); 3 miles north off Oshima Island, 587 (17.5 %); 6 miles east by south off Hachijo Island, 296 (8.8 %); 11 miles north off the same, 292 (8.7 %); all lying in the areas from Iro-saki to I'nubo-saki and around Hachijo Island.

As has been mentioned on the previous occasion (Nakai and others, 1955 b) some kinds of fishes would migrate vertically up to the surface by night so that one must take the collecting time into account when considering their geographical distributions. On this occasion, abundance at night was observed by calculating ratio of occurrence, $\left(\frac{\text{Number of stations collected}}{\text{Number of stations occupied}}\right)$ and mean individual number per station as tabulated below.

Time	No. of station collected	$\frac{\text{No. st. coll.}}{\text{No. st. occup.}}\times 100$	Mean ind. no. per st.
0600–1800	25	80%	24.0
1800–0600	25	100%	110.5

According to figure 34, the fact that a large number occurred at 11 miles north off Hachijo at daylight may be explained that those fish which had come up to the surface at night were still staying on the surface at dawn. They consisted only of Myctophid larvae.

Anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn): The larvae of this species were distributed in the areas within 50 miles off the coast from Nojima-saki to I'nubo-saki in the main as is shown in figure 35. The most densely populated areas were the coastal regions from I'nubo-saki to the east side of Izu Peninsula, especially around I'nubo-saki and from the mouth of Tokyo Bay to Sagami Bay. The numbers of anchovy larvae that were collected also in the neighborhood of Isl. Hachijo during this survey are 175 from 11 miles north off, 173 from 6 miles east by south off, and 82 from 33 miles southeast off that island.

In May 1955 a large number of larvae had been found from an area extending from Omae-saki to the east of Isl. Aoga-shima. In the absence of direct evidence at present, it is presumed that they would be originated from the coastal waters of Kumano-nada or Shikoku and brought there by the Kuroshio current. Another occurrence in the high sea from 90 miles to 118 miles southeast off Miki-saki is considered, though not attested, to have been brought there from the coastal region around Kumano-nada by the counterclockwise circulation.

Round herring, *Etrumeus micropus* (T. & S.): Only two of this larvae were collected from 1 mile west off Su'no-saki. This shows that the spawning season for this fish had been over. This result corresponds to the previous one obtained by Nakai and others (1955a); no egg occurred in this area in July 1954.

Lantern fishes, Myctophidae: The collections of this family comprised *Myctophum affine*, *Centrobranchus nigro-ocellatus* (Günther), "buta-hadaka", and *Lampanyctus* sp. Their distribution is shown in figure 36. *M. affine* was collected from 10 stations both in the coastal and in the offing areas. From 105 miles southeast off Miki-saki, 22, the largest in number, were collected. The collecting time for this species were restricted to night from 20:00 till

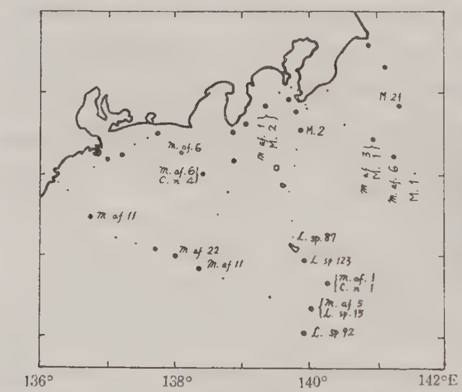


Fig. 36.

Distribution of larvae of Myctophidae. *M. af.*, ***Mictophum affine***; ***L.*** sp., *Lampanictus* sp.; *C. n.*, *Centrobranchus nigro-ocellatus*; M., Myctophidae. See footnote of Fig. 32 for relevant information.

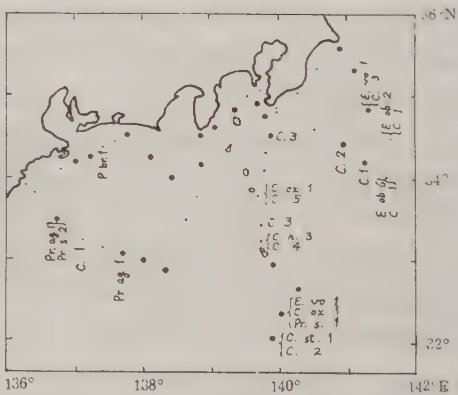


Fig. 37.

Distribution of flying-fish larvae. ***P. br., Parexocoetus brachypterus***; ***E. vo.***, *Exocoetus volitans*; *E. ob.*, *Exocoetus obtusirostris*; ***C. h., Cypselurus heterurus döderleini***; ***C. st., Cypselurus starksi***; ***C. ox., Cypselurus oxycephalus***; ***Pr. ag., Prognichthys agoo***; ***Pr. s., Prognichthys seali***; C. Cypselurinae. See footnote of Fig. 32 for relevant information.

03:00 in the next morning. This quite agrees with the results of the previous surveys in July 1954 and in May 1955. Only 5 of *Centrobranchus nigro-ocellatus* occurred from two stations, 35 miles south southeast off Omae-saki and 33 miles southeast off Isl. Hachijo. None of adult form of *Lampanyctus* was collected, but a good number of postlarvae of this fish occurred from 4 stations around Islands Hachijo to Aoga-shima. The collecting time for postlarvae of *Lampanyctus* was 19:00-07:00, and it is conceived that they would be remaining on the surface till dawn.

Flying fishes, Exocoetidae: Distribution of these fishes in the covering area is shown in figure 37, and specific composition and collected localities are tabulated below.

Scientific name	Vernacular common name	Number of		Localities
		St.	ind.	
Parexocoetus brachypterus (Richardson)	"tsumari-tobiuwo"	1	1	21′ E Yoroi-saki.
Exocoetus volitans Linné	"idaten-tobiuwo"	2	2	13′ ESE Aoga-shima, & 50′ SSE I'nubo-saki.
Exocoetus obtusirostris Günther	"hagoromo-tobiuwo"	2	8	75′ & 100′ SE I'nubo-saki.
Cypselurus heterurus döderleini Abe?	"tsukushi-tobiuwo"	1	3	11′ N Hachijo.
Cypselurus starksi Abe	"ariake-tobiuwo"	1	1	26′ SSE Aoga-shima.
Cypselurus oxycephalus (Bleeker)	"mai-tobiuwo"	2	2	13′ ESE Aoga-shima & 5′ E Mikura-jima.
Prognichthys agoo (Temminck et Schlegel)	"tobiuwo"	2	2	30′ & 90′ SE Miki-saki.
Prognichthys seali Abe	"daruma-tobiuwo"	2	3	30′ SE Miki-saki.
Cypselurinae (species unknown)		9	26	Various.

Observing the relationship between distribution of those flying fishes and surface temperature, one may see that *Parexocoetus* and *Prognichthys* occurred at 22.8 and 25.3°C, while *Exocoetus* and *Cypselurus* at more than 25°C. This is translated that the former two genera were distributed westward of long. 138°E and along the east side of the Izu Islands, *Parexocoetus* in the coastal region and *Prognichthys* rather offshore. In the previous survey of July 1954, only three individuals belonging to two species were collected in comparison to 30 to 7 species from 9 stations in the present one. Such an increase in the number of the flying fishes in June 1955 as mentioned in the foregoing sentences might be caused by the surface temperature which was, around Isl. Hachijo for instance, about 1°C higher than that of the same season of the previous year.

Young fishes, whose occurrences were reported by Imai (1950, 1952, 1954, 1955) in various areas of the sea covering from the south of Kyushu to the

Kuroshio, south of Honshu, in more or less similar seasons, were *Exocoetus obtusirostris*, *Exoc. volitans*, *Cypselurus oxycephalus*, *Cypsel. starksi*, *Prognichthys agoo*, and *Progn. seali*. From these observations it may be evident that those fishes are distributed in an extensive area from Kyushu to the south of Honshu under survey.

Mackerel, *Pneumatophorus* sp.**:** Six stations where 23 of this larval fish occurred were occupied at: 4 miles east off Tsurugi-saki, 3 miles west off Joga-shima (islet), 7 miles south off the estuary of the Tenryu River, 20 and 75 miles south southeast off I'nubo-saki, and 10 miles off Katagai (figure 38). Poor occurrence of the larval fish shows that their spawning was through with its height for the season then and there. Almost all the collected stations are situated within 20 miles off the coast except one lying off I'nubo-saki. The present result well concurred with those obtained in July 1954 and May 1955 as to scarcity for the season and inshore inclination in the distribution.

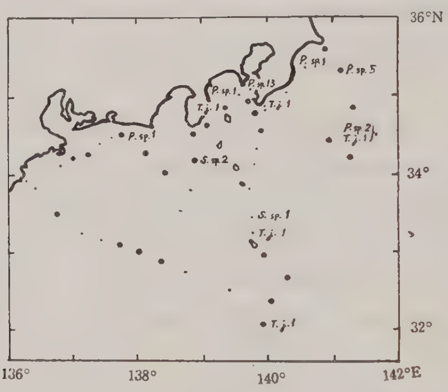


Fig. 38. Distribution of larvae of mackerel, horse mackerel and yellowtail.
P. sp. *Pneumatophorus* sp.; *T. j.*, *Trachurus japonicus*; *S.* sp., *Seriola* sp.
See footnote of Fig. 32 for relevant information.

Horse mackerel, *Trachurus japonicus* **(T. & S.) :** This species occurred from 5 stations; 3 miles north off Isl. Oshima, 26 miles south southeast off Isl. Aoga-shima, 11 miles north off Isl. Hachijo, 75 miles south southeast off I'nubo-saki, and 4 miles east southeast off Nojima-saki (figure 38). The distribution of this species was rather sparse as only one fish occurred at each station specified, suggesting that spawning season for this species had been already over as the case with mackerel. This was coincident with the results of July 1954 but different from that in May 1955 when this species oftener occurred seawardly.

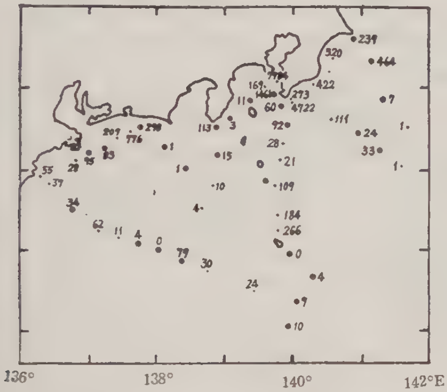
Seriola **sp. :** An individual of this species was collected from 21 miles north off Isl. Hachijo, and two others from 25 miles south off Iro-saki, respectively. Of the two early occasions the species occurred but few only in May 1955.

2. Fish Eggs

i) Outline

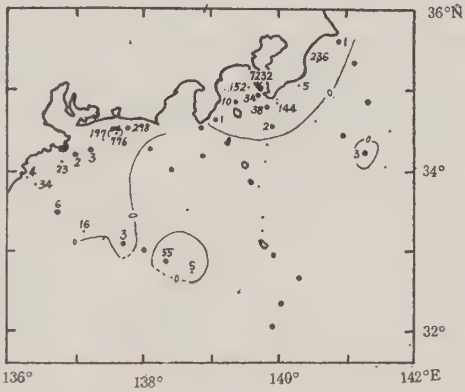
Belonging to 19 species, occurred 18,995 eggs in the covering area. Out of them, the greater majority, or more than 80 %, consisted of the species, *Engraulis japonica*, numbering 9,280 or 48.8 %, the other *Trachurus japonicus*, 6,748 or 35.5 %. Other eggs identified as of important species are, *Pneumatophorus* sp., 424 and *Etrumeus micropus*, 24. No sardine egg occurred.

The densely distributed areas were, as shown in figure 39, the coastal regions from the mouth of Tokyo Bay to I'nubo-saki, from the estuary of the Tenryu River to Daio-saki and the offing area from Mikura Island to Hachijo Island. The thinness lay in the cold water mass off Omae-saki and in the Kuroshio area extending from the southeast side of Isl. Aogashima to the sea beyond 50 miles southeast of Boso Peninsula. As is the case with fish larvae, the occurring circumstances surveyed in the same seasons of 1954 and 1955 on M.-A. line and A.-N. line were very similar to each other with the exception of one station 1 mile west off Su'no-saki where remarkable numbers of eggs were collected in July 1955. However, densely distributed localities were not always coincident in both surveys of these two years.



136°
138°
140°
142°E
239
464
320
422
7
273
4722
169
11
60
111
92
24
33
1
113
3
298
776
28
21
15
1
55
37
10
109
34
4
184
266
62
11
4
0
0
79
30
24
4
9
10

Fig. 39. Distribution of fish eggs. See footnote of Fig. 32 for relevant information.



36°N
34°
32°
136°
138°
140°
142°E
1
236
7232
152
5
0
34
10
38
144
1
2
197
298
776
3
2
23
4
34
6
16
3
55
5
0
0
3

Fig. 40. Distribution of anchovy eggs, *Engraulis japonica*.
See footnote of Fig. 32 for relevant information.

ii) Distribution of Egg by Species.

Anchovy, *Engraulis japonica*: The eggs of this fish were collected abundantly from the coastal region 20 miles but meagerly in the offing (figure 40). The station where the eggs occurred most plentifully in the survey, 7,232 or 78 % to the whole anchovy eggs collected, was 4 miles east off Tsurugi-saki at the southern approach to Tokyo Bay. The other stations with notable occurrences were: 16 miles off Lake Hamana, 776 (8.4 %), 7 miles off the estuary of the Tenryu, 298 (3.2%), and 10 miles off Katagai, Chiba Prefecture, 236 (2.5 %). These phenomena reveal that this fish would be prosperously spawning in the waters within 20 miles offshore as has been also stated by Nakai and others (1955a). Almost all of 55 eggs collected from 120 miles southeast off Miki-saki, the largest of the high-sea occurrences, were supposed to have been fertilized at the previous night, except a very few of them that looked like less than five hours old after fertilization.

Judging from the early stages of their development, topography of this station and speed of the current estimated on the spot, one may assume that parent fish of anchovy were in existence and spawning somewhere in the neighborhood of this station. However, their number was not supposed to be so great enough for fishing operation as that in the coastal region.

Round herring, *Etrumeus micropus*: Twenty-four eggs of *Etrumeus micropus* were collected from the following 5 stations: 2 miles south off Iro-saki, 45 miles off the same, 1 mile west off Su'no-saki, 4 miles off Nojima-saki, and 2 miles south off Katsuura Lighthouse. Out of these, 16, the largest in number, were collected from the fourth station mentioned above. No eggs were found in the 1954 survey, and in May 1955 only five were from one station exclusively of the others. The facts are suggestive that they would but poorly spawn in these waters.

Horse mackerel, *Trachurus japonicus*: The distributing area of the eggs of this species was seemingly restricted to the coastal waters from Su'no-saki to I'nubo-saki (figure 41). They were collected from seven stations enumerated below; 1 mile west off Su'no-saki, 4 miles southeast off Nojima-saki, 4 miles east southeast off the same, 2 miles south off Katsuura Lighthouse, 10 miles

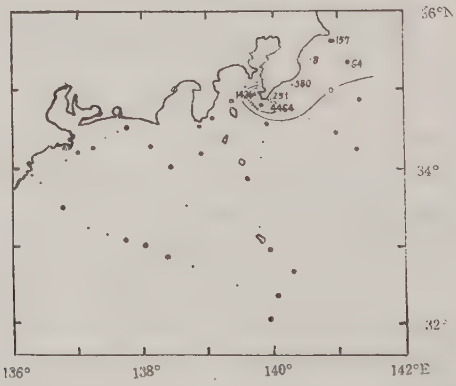


Fig. 41. Distribution of eggs of horse mackerel, *Trachurus japonicus*.
See footnote of Fig. 32 for relevant information.

off Katagai, 5 miles south and 20 miles south southeast off I'nubo-saki. None of them was found in the present survey from stations where remarkable occurrences had been observed in the July-1954-survey—the stations which were occupied 90 miles southeast off Miki-saki, 11 miles north off Isl. Hachijo or eastern offing of Isl. Miyake. The largest occurrence, 4,464, at 4 miles southeast off Nojima-saki was followed by 1,424 at 1 mile west off Su'no-saki. Horse mackerel were likely spawning as prosperously as in the previous year.

Mackerel, *Pneumatophorus* **sp.:** The eggs of this species occurred at 2 miles south off Katsuura and 20 miles south southeast off I'nubo-saki; especially a remarkable number, 392, were collected from the latter. But, their occurrence generally was so sparse in the covering area as to lead one to a view that the spawning season for this species had been already over. None of them was found along M.-A. and A.-N. lines on which they did not occur in July 1954, either.

B. Fish Larvae and Eggs by the Vertical Haul of the 45cm-plankton net

1. Fish Larvae

About 30 species comprising 270 individuals of fish larvae were taken by the 45cm-plankton net from a 150m depth up to the surface. Among identified fish the important for fisheries are *Engraulis japonica*, 133 (49.2 %) and *Trachurus japonicus*, 3 (1.1 %).

The distribution of the whole fish larvae (figure 42) was seen covering a very extensive area. The denseness lay in such coastal regions as off Omae-saki, in the sea of Sagami-nada, the mouth of Tokyo Bay, neighborhood of I'nubo-saki and offings in the Kuroshio that was running from the east side of Isl. Aoga-shima to 50 miles southeast off I'nubo-saki, while the sparseness was

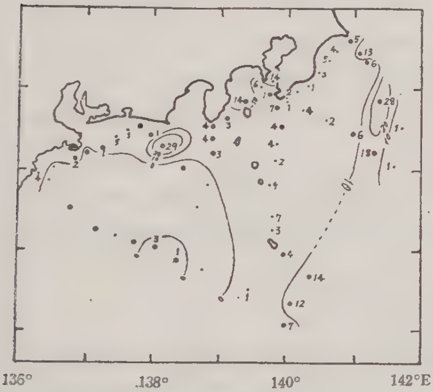


Fig. 42. Distribution of fish larvae. See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

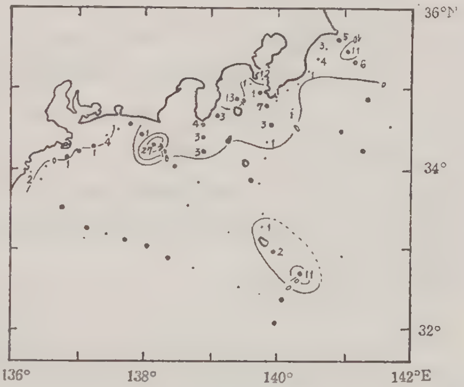


Fig. 43. Distribution of anchovy larvae, *Engraulis japonica*. See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

in Enshu-nada. On M.-A. line small numbers of them were collected, but a rather large number on A.-N. line, the situation which was in a good agreement to the previous result in July 1954.

Larval fish of *Engraulis japonica* were collected from the inshore stations within 20 miles off the coast more than from the offshore stations in general, though some of them were fished in the neighborhood of Isl. Hachijo (figure 43).

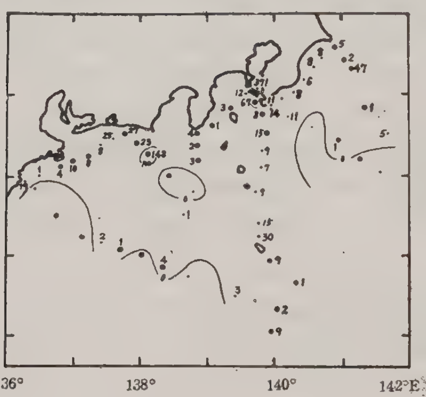


Fig. 44. Distribution of fish eggs. See footnote of Figs. 2–6 for relevant information.

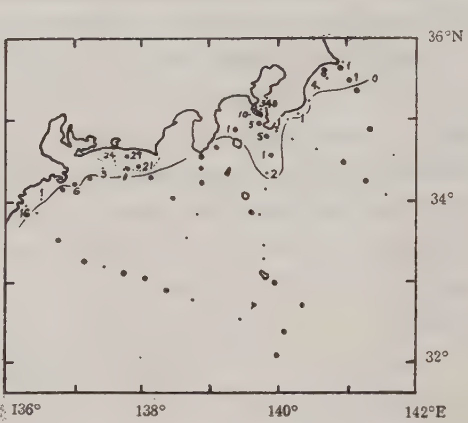


Fig. 45. Distribution of anchovy eggs, *Engraulis japonica*.
See footnote of Figs. 2–6 for relevant information.

Twenty-seven individuals, the most numerous, occurred 21 miles south southwest off Omae-saki. Besides, the following 4 stations had occurrences of more than 10; 3 miles north off Isl. Oshima, 4 miles east off Tsurugi-saki, 15 miles south southeast off I'nubo-saki, and 34 miles southeast off Isl. Hachijo. The fact that *Engraulis japonica* were distributed along the coast from I'nubo to Omae-saki was exactly in accordance with the previous findings (Nakai and others, 1955a).

The larvae of *Trachurus japonicus* were scanty in these areas as only 3 of them were netted 15 miles south southeast off I'nubo-saki and 2 miles south off Katsuura.

2. Fish Eggs

Nearly one thousand eggs, 988 belonging to 21 species, were vertically hauled with the 45cm-plankton net; species important for fisheries and their number being *Engraulis japonica*, 478 eggs (48.8 %); *Etrumeus micropus*, 3 (0.3 %); *Pneumatophorus* sp., 32 (3.2 %); and *Trachurus japonicus*, 167 (16.9 %).

Figure 44 shows the tendency of the whole eggs in distribution along such coastal regions as the neighborhoods of Omae-saki, of Tokyo Bay, and I'nubo-saki, and partly in the offings near Islands Hachijo and Mikura. None occurred on the cold water mass in Enshu-nada. These circumstances well corresponded to the previous result in July 1954. On the other hand, comparisons with the previous result (Nakai and others, 1955b) from M.-A. and A.-N. lines are indicative of this: firstly, on M.-A. line, eggs were collected at only one station in the previous survey against several in the present cruise; secondly, on A.-N. line, some increase of eggs was observed on the recent occasion, in the third place much more eggs were collected from A.-N. line than M.-A. line in both surveys.

The distribution of anchovy eggs *Engraulis japonica*, is plotted in figure 45. They were also found within 20 miles offshore but never from Enshu-nada in spite of a few having been collected by the horizontal tows. They occurred in a relatively large number, 340, from 4 miles east off Tsurugi-saki; 17 miles off Tenryu Estuary, 27; 16 miles off Lake Hamana, 24; and 15 miles southwest off Omae-saki, 21. These eggs appeared distributed in the coastal waters from the mouth of Tokyo Bay to Enshu-nada, in a good agreement with the available information as mentioned before.

Eggs of *Etrumeus micropus* were as scarcely collected as one for each station in the neighborhood of Nojima-saki, Su'no-saki and Daio-saki like the case with the horizontal larval net collection.

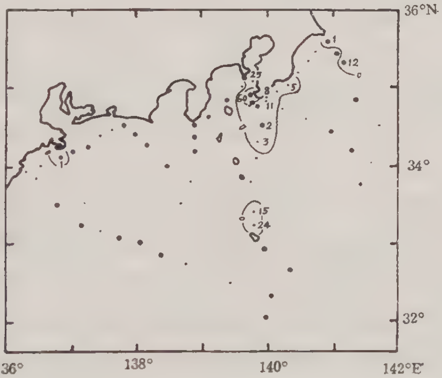


Fig. 46. Distribution of eggs of horse mackerel, *Trachurus japonicus*.
See footnote of Figs. 2-6 for relevant information.

Eggs of *Trachurus japonicus* were collected east of the Izu Islands except one station off Daio-saki (figure 46). The largest number, 60, was from 1 mile west off Su'no-saki, followed by 25 or so from 4 miles east off Tsurugi-saki, and from 11 miles north off Isl. Hachijo. They are distributed chiefly in the coastal waters, though attention should be paid to few occurrences off Isl. Hachijo despite none collected by the 1.3m-larval net from such an offing area.

(S. Hattori, T. Watanabe and T. Okutani)

VIII. Summary

1. Wet Weight of Macroplankton

Mean wet weight of macroplankton collected in the present survey (0.66 gr/haul) was nearly in agreement with that of July 1954 but a little larger than that of May 1955.

In respect to their geographical distribution it was found that remarkably dense zones lay in the main flow of the Kuroshio and in its branch extending westwardly from the neighborhood of Miyake Island. Another dense zone on a small scale was found in the present survey off Enshu-nada where a thinly distributed zone had been centering around the cold water two months before in May 1955. Surrounding this narrow denseness of Enshu-nada particularly in the west and east of it, very thin zones were found. A constant relationship was likely to exist between geographical peculiarities of the distribution and of hydrographical conditions. Generally speaking, no distinct discrepancy from the previous surveys was found.

Of macroplankton, Copepoda occupied 65%, almost concurring with the cases of previous two surveys. The general distribution pattern of Copepoda was also similar to those except the following. Firstly, a considerable amount of *Calanus finmarchicus* occurred around the center of the cold water of Enshu-nada, the very position where this species had been scanty on the two previous occasions; and in the second place, such a denseness as had formed in Kumano-nada in May 1955 was not found in the present survey nor in 1954.

When Euphausiacea and Sagittoidea were put together, their amount (19 %) ranked next to Copepoda with general distribution pattern of them, especially of the latter, being about the same as that of Copepoda. More than 84% of the total amount of plankton was occupied by these three : Copepoda, Euphausiacea and Sagittoidea.

Larval shells of Janthinidae were scarcely collected from the cold water of Enshu-nada in the both surveys in 1955 despite the abundance in the 1954 survey.

2. Species and Distribution of Copepoda

Among the identified, Gymnoplea comprised 34 genera 83 species and Podoplea 10 genera.

In regard to distribution tendencies, adults of 21 species belonging to Gymnoplea have been examined. Of them organisms classified Type A showing coastal inclination were five species including *Calanus finmarchicus*, *Euchaeta flava* etc.; Type B occurring in the warm offshore current were 14 species such as *Calanus robustior*, *Euchaeta longicornis*, *Mecynocera clausi*, *Calanus minor*, *Paracalanus aculeatus* and so forth. These circumstances of their distribution were nearly the same as of July 1954 and May 1955. An increase in the coastward distribution was observed with *C. minor*, *Euch. subcrassus* and *C. tenuicornis* in association with rise of water temperature, proving fluctuation in topographical and seasonal distributions under influence of hydrographic conditions.

The number of species belonging to Gymnoplea showed a geographical peculiarity in relation with the hydrographic circumstances as 30 to 40 species were found at stations in the warm offshore against 9 species from St. 25 located in the cold water body.

3. Species and Distribution of Euphausiacea

There occurred 20 species belonging to 5 genera of which one genus consisting of two species was an increase from the occurrence in May.

Almost all the species were collected at night. *Euphausia pacifica*, *E. similis* were found in the coastal water in contrast with *Stylocheiron*. *Euphausia tenera*, *E. recurva* and *E. hemigibba* were from the warm current.

4. Species and Distribution of Planktonic Gastropoda

There occurred 2 species of *Janthina*, 7 of Heteropoda, 15 of Pteropoda, and one of *Cephalopyge*. The destributed area for Heteropoda and Pteropoda was partial to the east of a longitude extending southward from Nojima-saki where surface temperature was more than 25°C. A greater number of them was collected at night than daylight.

Specific composition and quantitative discrepancy by collecting hours were not much different from the previous survey in May. Not a species of *Atlanta* was found in the present survey with such low temperature as 16.8°C at which they occurred on the earlier occasion.

5. Species and Distribution of Fish Eggs and Larvae

Fish larvae: Out of the collections by horizontal surface tows of the 1.3m-larval net, 3,365 individuals belonging to 72 or more species were found. Among them *Engraulis japonica* occupied 78% of the whole, the rest were in the order of decreasing number, *Lampanyctus* sp., *Myctophum affine*, Exocoetidae, *Pneumatophorus sp.*, *Trachurus japonicus*, *Seriola* sp., and *Etrumeus micropus*. Out of the collections by vertical hauls of the 45cm-plankton net from a 150m depth to the surface, 270 to about 30 species were found with specific composition like that of horizontal tows except Exocoetidae, *Seriola* and *Etrumeus*.

Areas densely distributed by the larval fish lay along the coasts from Iro-saki to I'nubo-saki and neighborhood of Hachijo Island. The denseness on the coast was formed by *Engraulis japonica* and that in the offing by Myctophid fishes in addition to this species. This well coincided with the previous results in July 1954 and May 1955.

Eight species belonging to 4 genera of Exocoetidae were seemingly distributed widely in the main flow of the Kuroshio but scarcely in the coastal waters. *Pneumatophorus* sp., *Trachurus japonicus* and *Seriola* sp. were fished in the coastal regions but in small numbers. This also agreed with the previous results with the exception in July 1954 of remarkable occurrence of *Trachurus japonicus* in the offing area.

Fish eggs : By the horizontal surface tows of the 1.3m-larval net, 18,955 eggs of 18 or more species were collected. The majority of them were *Engraulis japonica*, 49%, and *Trachurus japonicus*, 36%. There occurred *Etrumeus micropus* and *Pneumatophorus* sp., too. The composition of 988 eggs of about 21 species vertically hauled was the same as that of the horizontal netting.

The denseness of the fish eggs was found in the coasts from I'nubo-saki to Tokyo Bay and of Enshu-nada, as well as around Hachijo and Mikura Islands. Especially, the coastal denseness was formed by *Engraulis japonica* and *Trachurus japonicus* as notably as in July 1954, but much different from May 1955 when very few or none of them had been collected. In the neighboring waters of Hachijo, a good numbers of eggs of *Trachurus japonicus* were vertically hauled despite very few horizontally fished on the surface. The thinness was found from the cold water mass in Enshu-nada and the area extending east of Aoga-shima to the offing of Boso Peninsula in the main flow of the Kuroshio. The eggs of *Etrumeus micropus* and *Pneumatophorus* sp. were collected but only in the coastal waters around Boso Peninsula.

Literature Cited

Hattori, S., T. Watanabe and T. Okutani.
1957. Fish larvae and eggs in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Num.)

Honjo, K.
1952. Distribution of Copepoda in the adjacent seas of the Izu Islands during winter and spring. Jour. Oceanog. Soc. Japan, Vol. 7, Nos. 3-4. (In Japanese with English summary)
1957. Distribution of Euphausiacea in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Num.)

Honjo, K., H. Ohta, T. Kidachi, K. Umeda and S. Kudoh.
1957. Distribution of Copepoda in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Num.)

Imai, S.
1950. On the young stages of flying-fish as the natural food for bonito. Jour. Kagoshima Fish. Coll. Vol. 1. (In Japanese with English summary)
1952. On a Japanese flying-fish and its juvenile of the genus *Prognichthys* Breder. Mem. Faculty of Fish, Kagoshima Univ. Vol. 2, No. 1. (In Japanese with English summary)
1954. On two flying fishes of the genus *Hirundichthys* Breder and their juveniles from

Japan. Ibid. Vol. 3, No. 2. (In Japanese with English summary)

1955. On flying fishes from southern waters of Kyushu. Reports of investigation for developement of Tsushima Current. No. 2. (Mimeographed in Japanese)

Konishi, Y.

1935. A survey on juveniles of yellowtail, ***buri***, in Sagami Bay. Teichigyogyo-kai. No. 25. (In Japanese)

Marukawa,H.

1908. Plankton-organisms (Copepoda collected off the coasts of Prov. Boshu, Izu and Suruga). Rep. Fish. Inst. (Japan), No. 4. (In Japanese with English summary)

Matsudaira, Y., S. Moriyasu, T. Kawamoto, F. Ueno and K. Furuhashi.

1955. The Kuroshio in south of Honshu. Reports of investigation for development of marine resources, 1954 ("Kuroshio" Research Group). Jap. Nat. Comm. UNESCO. (In Japanese)

Nakai, Z.

1942. The chemical composition, volume, weight, and size of the important marine plankton. Jour. Oceanog. Soc. Japan. Vol. 1, Nos. 1-2. (In Japanese with English summary)

1957. An outline of biological survey and distribution of wet weight of macroplankton in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Num.)

Nakai, Z., S. Usami, S. Hattori, K. Honjo and S. Hayashi.

1955a. Progress report of the cooperative *iwashi* resources investigations, 1949-1951. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.

Nakai, Z., N. Watanabe, S. Hattori, K. Honjo, S. Uehara and H. Ohta.

1955b An outline of oceanographical and biological survey in the "Kuroshio" area by the R. V. *Soyo-Maru*, July 1954. Reports of investigation of development of marine resources, 1954 ("Kuroshio" Research Group). Jap. Nat. Comm. UNESCO. (In Japanese)

Okutani T.

1957. Holoplanktonic Gastropoda in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Nnm.)

Tanaka, O.

1935. Copepoda of Sagami Bay II. Fam. Candacidae. Suisan-Gakkaiho. Vol. 6, No. 4. (In Japanese)

1937. Copepoda from the deep water of Suruga Bay. Jour. Zool. Vol. 7, No. 2.

Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory and Katsuura Branch of Chiba Prefectural Fisheries Experimental Station.

1950. Survey report on the distribution of sardine, *ma-iwashi*, in May-August, 1949. (In Japanese)

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

1955. Macroplankton in Pacific coast of northern Japan, May 1954-March. 1955. Appendix of monthly data of water temperature and chlorinity (Pacific side) No. 11. (In Japanese)

Watanabe, N., T. Hirano, R. Fukai, K. Matsumoto and F. Shiokawa.

1957. A preliminary report on the oceanographic survey in the "Kuroshio" area, south of Honshu, June-July 1955. Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Num.)

Yanagisawa, T.

1941. Plankton off Kii Peninsula. Jour. Oceanog. Kobe, Japan. Vol. 13, No. 1. (In Japanese)

昭和31年

東海村沖海洋生物及び放射能調査報告書

序文……………………………………………………青木敏男……(2頁)
1956年 11月鹿島灘における海洋生物及びその放射能
調査結果……………………中井甚二郎，本城康至，服部茂昌，
渡部泰輔，木立孝，奥谷喬司，
工藤盛徳，梅田喜一，久保雄一……(3頁)
鹿島灘産貝類に関する二，三の知見……………………奥谷喬司……(81頁)

日本原子力研究所
保健物理部

昭和32年

序　文

放射性廃液の海洋への投棄を想定し，研究所の建設資料を得ること，並びに海洋に及ぼす影
を調査する目的をもって，1956年10月より11月の期間に東海村沖合の海洋観測を実施した．
の一環として，当海域に生棲する各種生物の調査及び生物の保有する放射能の測定を実施した．
その結果を取りまとめてこゝに印刷する．研究所が活動を開始した後，附近海域を絶えず監視
て放射能汚染を生起せしめぬように務めるのが保健物理部の任務の一つである．この職責を果
ためには，原子炉が運転を開始する以前の状態において，附近海域に生棲する生物を調べ，そ
放射能を測定しておくことが絶対必要である．かゝる意味から，本報告に掲載された調査はい
れも貴重なものと考える．今回の海洋生物の調査は水産庁並びに茨城県の協力を得て実施し
が，関係各位に深甚な敬意を表する次第である．なお，同時に行った海潮流及び海洋拡散に関
る報告は原研調査報告 No. 2 に掲載してある．

昭和32年9月

日本原子力研究所
保健物理部長　青木敏男

昭和31年東海村沖海洋生物
及び放射能調査報告書，1957

1956年11月鹿島灘における海洋生物及びその放射能調査結果*

中井甚二郎，本城康至，服部茂昌
渡部泰輔，木立　孝，奥谷喬司
工藤盛徳，梅田喜一
（東海区水産研究所）
久保雄一　（茨城県水産試験場）

目　次

はしがき………………………………3頁
I　調査実施概要………………………………4
II　採集ネット及び方法………………………………4
III　プランクトン………………………………7
IV　ネクトン………………………………20
V　ベントス………………………………29
VI　海洋生物の放射能………………………………31
要　約………………………………42
引用文献………………………………44
English Abstract………………………………45
附　表………………………………47
図　版………………………………69

はしがき

原子力研究所は茨城県下東海村における同研究所の設立に伴い，その建設上必要な資料を確保するために，東海村地先を中心とする鹿島灘近海の海洋調査を企画し，その一環として海況及び海洋生物に関する調査研究が東海区水産研究所並びに茨城県水産試験場に依頼された．

1956年11月において東海区水産研究所は蒼鷹丸により広く鹿島灘一帯にわたり，又茨城県水産試験場は常盤丸により沿岸部を細密に，それぞれ調査した．

この報告はそれ等の調査研究のうち海洋生物に関する結果を取まとめたものである．この海洋生物調査と同時に並行的に実施された水理調査結果については渡辺等（1957）により，又海底沈澱物調査結果については深井等（1957）によって原研調査報告No.2に報告されている．又，ベントス調査の結果のうち特に貝類の分布限界等に関して奥谷（1957）の別途報告がある．

なお調査実施に関する諸要目，調査器具，同方法及び海洋生物関係の諸測定，査定記録については既に中間的発表が研究所沖海洋観測報告第2報（1957）中に行われているが，それらのうちには不充分のものもあり，又，その後測定，査定或いは再計算の行われたものもあるので，今回あらためてそれ等を追加し，修正の上一括して報告する．

本稿を草するに当り，調査実施上，多大の協力を煩わした調査船蒼鷹丸関係の今村喜市船長，陣野哲朗一等航海士外乗組員諸氏，常盤丸関係の宇野守一，原田和民及び大熊達之助外諸氏に対し深甚の謝意を表する．

---

* 東海区水産研究所業績B第266号，茨城県水産試験場業績

I. 調査実施概要

調査期間は1956年11月5日から同月13日までの間，調査海域はほぼ北緯36°00′～50′，東経141°10′以西の鹿島灘，生物採集地点数は蒼鷹丸，常盤丸ともにそれぞれ22地点，合計44地点である．調査船別の採集地点位置，採集月日をTable 1及びTable 2に
船別ネット別採集地点分布をFig. 1及びFig. 2
示した．

II. 採集ネット及び方法

調査船別の採集用ネット，引曳方法及び採集物処理方法は次の通りである．

A. 蒼鷹丸関係

1. プランクトン，稚魚及び魚卵

a. 45cmプランクトンネットA′型（略称 丸特A′型）．主としてマクロプランクトンの採集を目的とする．嚢部篩絹GG54，網口に沪水量測定のため沪水計を付す．0–150m（或は底）の垂直採集，引揚速度1～1.5m/sec；処理に際し稚魚，魚卵を摘出，それ等の種類別個体数算定，残りのプランクトンを生物群別に湿重量秤量，代表地点のものは種の査定を行う．定量値はすべて沪水量によって修正（App. Table 1）．

b. 北原式定量ネット，ミクロプランクトン用．嚢部篩絹XX13，網口沪水計付，0–50m垂直採集，引揚速度0.5m/sec；処理に際し篩絹GG48（目の空隙一辺0.38mm）で沪過して大体動植物に2分して別々に湿重量測定．又*Calanus finmarchicus*のstage別個体数算定，代表地点のものは種の査定を行う．定量値はすべて沪水量によって修正（App. Table 2）．

c. 60cmプランクトンネットC型（略称丸中C型）．マクロプランクトンの水平各層採集用，嚢部篩絹GG54，Leavitt（1935）原理の二重開閉装置付，0m，10m，30m層その他の水層の水平同時採集，曳航速度約2mile/hour，曳航時間のうち開網正味時間5分間（第1落錘，第2落錘の投下時間間隔），曳航距離は0m網の網口金枠外側に取付けた沪水計によって測定，下層網の深度はchemical tube示度と鋼索角度による；生物群別にプランクトン湿重量測定，定量値は沪水量によって修正，但し沪水率をこの網の平均値70％とした．なお，St. G12の採集物は上記処理の外に
水層別種別個体数（植物については多寡階級による
も算定（App. Tables 3，4）．この採集材料は放
能測定用に供す．

d. 1.3mプランクトンネット（略称丸稚）主と
て稚魚，魚卵等のマクロプランクトン用，0m水平
分間曳航，曳航速度約2mile/hour；稚魚，魚卵に
いて種類別個体数算定（App. Table 5），定量値は
現数で示される．一部メガプランクトンを放射能測
用に供す．

e. 固定方法はすべて採集直後，重曹を加えて中
としたフォルマリン約1割を加える．

2. ネクトン及びベントス

a. 二重嚢型ビームトロール，主としてベント
ネクトンの採集用，Russell（1928）式の改良型，外
口210cm×90cm，長720cm，網目3～6cm；
口150cm×36cm，長360cm，全網改良モチ120
6×6，海底水平採集，曳航速度約2mile/hour，
時間のうち海底曳引時間8～30分；漁獲生物の種
個体数算定，定量値は出現数．一部について体の
さ，重量等測定（App. Table 9），主要生物は放
測定用に供す．

b. 新野式小型ドレッヂ，主としてベントス採集
前記ビームトロール破損以後代用，口部45cm
cm，全長60cm，嚢部キャンバス，海底水平採集
航速度約2mile/hour，曳航時間のうち海底曳引
時間2～10分間；採集生物は種類別個体数算定（
Table 9）．定量値は出現数である．

c. 固定方法は主として中性フォルマリン1～
液に浸漬保存，貝類の一部は煮沸乾燥或はアルコ

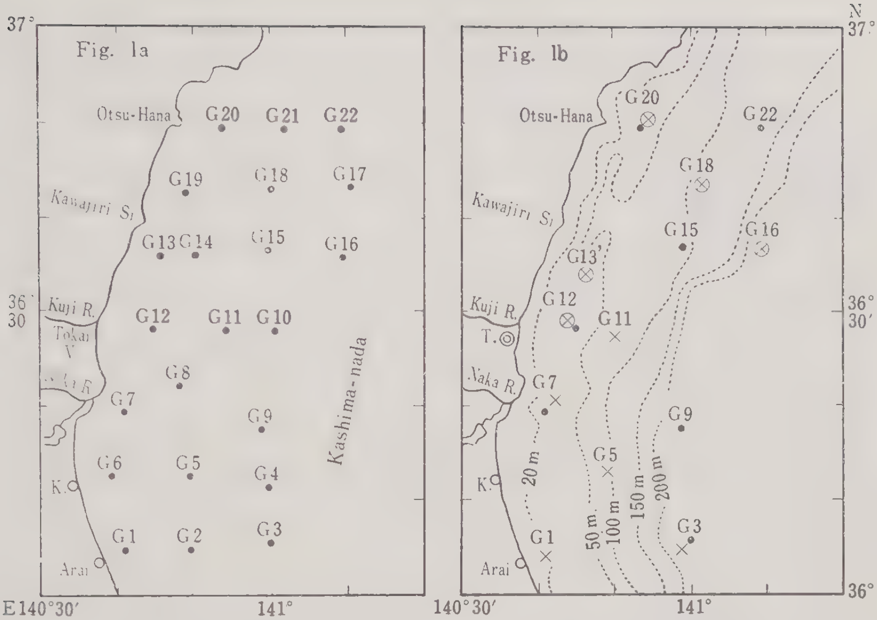


Fig. 1a
37°
Otsu-Hana
G20
G21
G22
G19
G18
G17
Kawajiri Si
G13
G14
G15
G16
36° 30
Kuji R.
Tokai V
Naka R.
G12
G11
G10
G8
G7
G9
Kashima-nada
G6
G5
G4
K.
G1
G2
G3
Arai
E140°30′
141°
Fig. 1b
N
37°
Otsu-Hana
G20
G22
G18
Kawajiri Si
G15
G16
G13
G12
G11
Kuji R.
T.
36° 30′
Naka R.
G7
G9
G5
20 m
50 m
100 m
150 m
200 m
K.
G1
G3
Arai
36°
140°30′
141°

Fig. 1. Biological stations occupied by the R.V. *Soyo-Maru*.

a : Stations that used everyone of three different types of net including 45-cm net, type A′, Kitahara's quantitative net, both for vertical hauls, and 1.3 m-net for horizonal tows.

b : Stations that used
● 60 cm-net, type C, for horizontal tows;
⊗ Beam trawl;
× Niino's dredge.

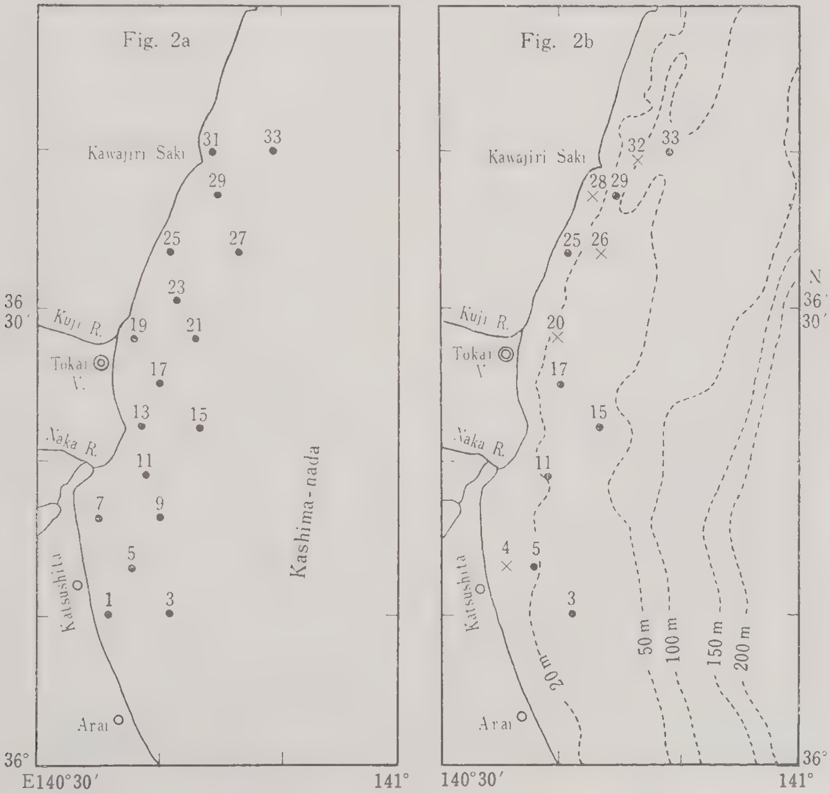


Fig. 2a
Kawajiri Saki
31
33
29
25
27
23
36 30′
Kuji R.
19
21
Tokai V.
17
13
15
Naka R.
11
9
7
Kashima-nada
5
Katsushita
1
3
Arai
36°
E140°30′
141°
Fig. 2b
Kawajiri Saki
32
33
28
29
25
26
N
36 30′
Kuji R.
20
Tokai V
17
15
Naka R.
11
4
5
Katsushita
3
50 m
100 m
150 m
200 m
20 m
Arai
36°
140°30′
141°

Fig. 2. Biological stations occupied by the R.V. *Tokiwa-Maru*.

a : Stations that used everyone of two different types of net : 45 cm-net, type B, and Kitahara's quantitative net, both for horizontal tows.

b : Stations that used
● 1.3 m-net for horizontal tows,
× Niino's dredge.

Table 1. Position and Date of Biological Stations by the R.V. *Soyo-Maru*.

Station	Collecting Plankton			Collecting Bottom Organisms		
	Positions		Date	Positions		Date
	Lat. N	Long. E		Lat. N	Long. E	
G 1	36°04′.5	140°41′.2	XI-6	36°04′.4	140°41′.1	XI-9
G 2	36°04′.0	140°49′.0	XI-6			
G 3	36°05′.1	140°59′.0	XI-6	36°04′.6	140°58′.6	XI-9
G 4	36°11′.6	140°59′.0	XI-6			
G 5	36°12′.4	140°49′.0	XI-6	36°12′.6	140°49′.0	XI-9
G 6	36°12′.6	140°39′.0	XI-6			
G 7	36°19′.8	140°40′.9	XI-6	36°20′.0	140°41′.5	XI-9
G 8	36°22′.5	140°48′.2	XI-6			
G 9	36°17′.3	140°58′.2	XI-6			
G10	36°27′.6	141°00′.4	XI-6			
G11	36°27′.7	140°54′.1	XI-6	36°27′.1	140°50′.6	XI-9
G12	36°27′.8	140°44′.7	XI-6	36°28′.6	140°44′.2	XI-9
G13	36°35′.6	140°45′.8	XI-5～6	36°33′.4	140°47′.5	XI-9
G14	36°35′.8	140°50′.0	XI-5			
G15	36°36′.6	140°59′.0	XI-5			
G16	36°35′.4	141°09′.1	XI-5	36°36′.8	141°09′.6	XI-7
G17	36°43′.2	141°10′.5	XI-5			
G18	36°42′.9	141°00′.0	XI-5	36°42′.5	141°01′.5	XI-7
G19	36°42′.4	140°49′.0	XI-5			
G20	36°49′.5	140°53′.3	XI-5	36°49′.8	140°53′.8	XI-7
G21	36°49′.2	141°01′.5	XI-5			
G22	36°49′.3	141°09′.1	XI-5			

The same station number as in collecting plankton was used for the bottom organisms netted a few days later, though their respective positions were a little different from each other in locality.

Four different types of net were used for collecting plankton: 45 cm-plankton net, type A' and Kitahara's quantitative net in vertical haul; 60 cm-plankton net, type C and 1.3 m-plankton net in horizontal tow.

Of tow different nets used for collecting the bottom organisms, the one was beam trawl and the other, Niino's dredge.

Table 2. Position and Date of Biological Stations by the R.V. *Tokiwa-Maru*.

Station	Positions		Date
	Lat. N	Long. E	
1	36°10′.0	140°35′.8	XI- 5
3	36°10′.0	140°40′.6	XI- 5
4	36°13′.0	140°35′.2	XI- 6
5	36°13′.0	140°37′.5	XI- 6
7	36°16′.0	140°34′.7	XI- 6
9	36°16′.0	140°39′.5	XI- 6
11	36°19′.0	140°39′.2	XI- 9
13	36°23′.0	140°38′.6	XI-10
15	36°22′.0	140°43′.5	XI-10
17	36°25′.0	140°40′.1	XI-12
19	36°28′.0	140°37′.7	XI-10
20	36°28′.0	140°40′.2	XI-10
21	36°28′.0	140°42′.6	XI-10
23	36°30′.3	140°41′.3	XI-10
25	36°33′.4	140°40′.7	XI-12
26	36°33′.4	140°44′.0	XI-12
27	36°33′.2	140°46′.2	XI-12
28	36°36′.7	140°42′.5	XI-13
29	36°37′.0	140°44′.6	XI-13
31	36°40′.0	140°44′.2	XI-13
32	36°40′.0	140°46′.6	XI-13
33	36°40′.0	140°49′.1	XI-13

固定にしたものであり，又ウニ，ヒトデ，ナマコ等の一部は風乾.

3. 放射能測定

a. 用いられた放射線計数装置は科研1000進型，同100進型，同32進型である.

b. 採集直後，湿体のまま船上で測定されたもの，フオルマリン固定物の湿体について船上，又は陸上実験室で測定されたもの，及び灰化測定されたもの等がある．湿体による測定の場合の試料皿の位置は大型生物では第2，3段の支持台に置かれたが，一般プランクトンその他小型生物は最上部支持台上に載せられた．灰化には磁製ルツボ，ガスバーナーを用い白色となるまで燃焼し，灰化試料による測定の場合の試料皿の位置は最上部支持台上に置かれた．測定用試料は始めに原則として蒸溜水で洗滌された.

比較的高い計数値の得られた生物中，材料の多いものについては筋肉，内臓等体の各部分に分けて測定

たものもある．この測定に関しては後記.

試料の計数測定は通例各試料毎に10分間ずつ3回

続して行われたがその前後に1回宛10分間のバック

ラウンド計数の測定がなされた．特に高い精度を得

ために長時間測定したものもある．これについては

記参照（App. Tables 11, 12, 13).

B. 常盤丸関係

1. プランクトン，稚魚及び魚卵

常盤丸担当調査区域は浅海であるためネットはす

て水平に引曳された．沪水量測定のための沪水計は

付けられていない.

a. 45 cm プランクトンネットB型（丸特B型)，

クロプランクトン用，網目GG 54，ネットの網口中

が水面下1-2 mとなるように重錘を附して水平に5

曳航，速度約 1 mile/hour；材料処理については前蒼鷹丸採集 45 cm プランクトンネット A′ 型材料の合に同じ（App. Table 6）.

北原式定量ネット，ミクロプランクトン用，曳方法および水層等は前記 45 cm プランクトンネット型に同じ；材料処理方法も蒼鷹丸の場合に同じpp. Table 7）.

1.3 cm プランクトンネット（丸稚），稚魚，魚用，0 m 水平 5 分間曳航，速度約 1 mile/hour；稚魚卵について蒼鷹丸材料と同様種類別個体数算定pp. Table 8）.

d. 固定方法は蒼鷹丸の場合に同じ.

2. ベントス

新野式小型ドレッヂ，嚢部網目 10 mm，その他は蒼鷹丸に同じ，船速約 1 mile/hour，海底曳引時間 5 分間，中性フォルマリン固定，この材料は肉眼で観察した結果では，すべて貝類等の死殻のみと判定された（App. Table 10）.

3. 放射能

常盤丸採集の海洋生物はその採集量僅少のため，放射能測定を実施せず.

III. プランクトン

（Plates I, II）

A. プランクトンネット採集物

プランクトンの定量は今回の全調査区域にわたり行した蒼鷹丸による 45 cm プランクトンネット A′ 型クロプランクトン用），60 cm プランクトンネット型（マクロプランクトン用，水平開閉式）及び北原定量ネット（ミクロプランクトン用）の採集試料並に東海村を中心とする瀕岸表層部を調査した常盤丸採集による 45 cm プランクトンネット B 型（マクロランクトン用）及び北原式定量ネット（ミクロプラクトン用）の両試料について実施された．蒼鷹丸に る 60 cm プランクトンネット C 型の各層水平採集は地点においてのみ 0，10，30 m 層について行われ，他の 2 種のネットは全地点において実施された．蒼丸の場合は沪水量 m³ 当りのプランクトン量に換算れているが，常盤丸試料は何れも表層を 5 分間水平網されたもので，その際沪水計を用いてなく，曳網離が確定しないため資料は生の採集量で示されたpp. Tables 1～4, 6, 7 参照）.

定量に際し，北原式定量ネット試料は GG 48（mesh 8 mm）により沪過してこれを通過したものをここは植物性プランクトンとしてその残余を動物性プラクトンとして取扱った.

出現種

全出現種は代表地点 St. G.12 の 0，10，30 m 層別60 cm プランクトンネット C 型による水平採集物にいて調査され，App. Table 4 に示されている．こネットはマクロプランクトン用であるから Diatom のようなミクロプランクトンは殆ど漏出し，大部分本表に現われていないと認められる.

Copepoda の出現種は St. G 6，G 9，G 12，G 16，G 22 の 45 cm プランクトンネット A′ 型による垂直採集物についても調査され，その結果，上記 St. 12 における水平採集物中に含まれるものの外，次の29種が査定追加された.

Calanus plumchrus Marukawa
Calanus tenuicornis Dana
Calanus vulgaris (Dana)
Calanus sp.
Eucalanus sp.
Acrocalanus gracilis Giesbrecht
Acrocalanus monachus Giesbrecht
Euchaeta longicornis Giesbrecht
Euchaeta flava Giesbrecht
Euchaeta plana Mori
Scolecithricella bradyi (Giesbrecht)
Scolecithricella minor (Brady)
Heterorhabdus papilliger (Claus)
Metridia lucens Boeck
Candacia pectinata Brady
Candacia bipinnata Giesbrecht
Candacia bispinosa Claus
Candacia curta Dana
Tortanus discaudatus (Thompson & Scott)
Oithona setigera Dana
Oithona nana Giesbrecht

Oncaea conifera Giesbrecht
Oncaea media Giesbrecht
Sapphirina gastrica Giesbrecht
Corycaeus japonicus Mori
Corycaeus latus Dana
Corycaeus ovalis Clauss
Corycaeus longistylis Dana
Copilia mirabilis Dana

Diatomaceae は代表地点 St. G 6, G 9, G 12, G 19, G 22 において北原式定量ネット（ミクロプランクトン採集用）により採集された試料を検鏡し，次の 41 種が同定された．

Coscinodiscus marginatus Ehrenberg
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg
Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg
Planktoniella sol (Wallich) Schütt
Hemidiscus cuneiformis Wallich
Thalassiosira decipiens (Grun)
Lauderia borealis Gran
Stephanopyxis palmeriana (Grev.) Grunow
Guinardia flaccida (Castr.) Peragallo
Corethron hystrix Hensen
Rhizosolenia flagilissima Bergon
Rhizosolenia Stolterfothii H. Perag
Rhizosolenia styliformis Brightwell
Rhizosolenia calcar-avis M. Schultze
Rhizosolenia hebetata f. *hiemalis* Gran
Rhizosolenia hebetata f. *semispina* (Hensen) Gran
Rhizosolenia sp. (*Squamosae* type)
Bacteriastrum varians Lauder
Bacteriastrum hyalinum Lauder
Bacteriastrum elongatum f. *typica* Cleve
Chaetoceros pseudodichaeta Ikari
Chaetoceros coarctatus Lauder
Chaetoceros denticulatum Lauder
Chaetoceros peruvianus Brightwell
Chaetoceros decipiens Cleve
Chaetoceros compressus Lauder
Chaetoceros Van Heurckii Gran
Chaetoceros affinis Lauder
Chaetoceros brevis Schütt
Chaetoceros seiracanthus Gran
Chaetoceros Messanensis Castracane
Biddulphia sinensis Greville
Hemiaulus sp.
Ditylium Brightwellii Grunow
Ditylium sol Grunow
Climacodium Frauenfeldianum Grunow
Asterionella sp.
Thalassionema nitzschioides Grunow
Thalassiothrix Frauenfeldii Grunow
Navicula membranacea Cleve
Navicula sp.

以上の各代表的試料中に出現した種数は各生物の
体を除くと合計 152 種である．

2. 組成

プランクトンの量的組成を蒼鷹丸による 45 cm プ
ンクトンネット垂直採集物及び 60 cm プランクトン
ットC型各層水平採集物について Fig. 3 に示した
図の組成は生物群 1 地点平均湿重量によって示され
いる．

各種採集，各水層共 Copepoda の湿重量が全プラ
クトン量の 51～58 %を占め，動物プランクトン中
も多い．このことは従来報告されているところと同
である．次いで Sagittoidea の 26～38 %が多く，
3 位は Medusae によって占められ 2.5～8 %で，
下大体 Appendicularia, Euphausiacea, Decapo
等の順になっている．しかし中井等 (1955), (1957
中井 (1957) によれば 1954 年 7 月，1955 年 6～7 月
蒼鷹丸及び 1955 年 5 月の明洋丸によって行われた
州南方黒潮流域における結果では 1 地点平均湿重量
よる Copepoda の割合は 65.1～68.4 %を占め，S
gittoidea は 7.5～8.8 %で，後者は量的に第 3 位と
っていた．すなわち今回の茨城県沿海においては S
gittoidea の組成が夏季の黒潮流域に比し著しく高
ことが注目される．

各層水平採集のみについては 0, 10, 30 m 層の分
量（1 地点平均湿重量）の比はそれぞれ 1 : 0.86 : 0
で深くなるに従い分布量が減少している．各種類の
成を層別に比較すると Appendicularia のみ 30 m
が約 8 mgr/m^3 の平均量を示して最も多いが，これ
St. G 9 において 30 m 層に著しく多量に出現した
めである．その他の種類は 30 m 層が最も少い．
Sagittoidea 及び Medusae の上記 3 層における出
比はそれぞれ 1 : 1.25 : 0.56 及び 1 : 0.51 : 0.17
あって，Sagittoidea の 0 m と 30 m との出現量の
は全プランクトン量の場合と同様であるが，Medus
は 30 m 層において著しく分布量が少い．なお，
丸による瀕岸部の表層における重量組成は Copepo

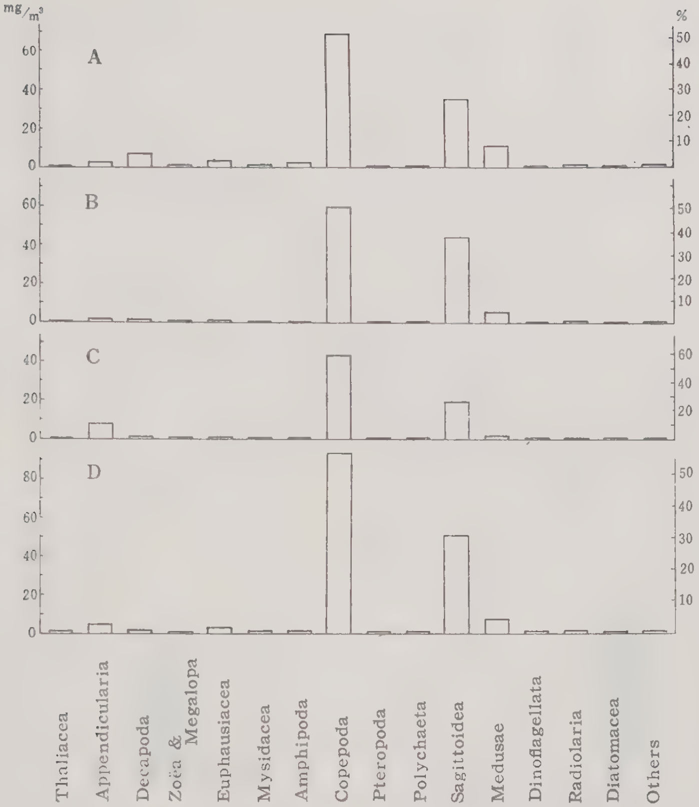


Fig. 3. Composition of plankton by group in wet weight (mg) per cubic meter per haul by the R.V. *Soyo-Maru*.
A : Surface, horizontal tows of 60 cm-net, type C.
B : 10 m-layer, horizontal tows of the above.
C : 30 m-layer, horizontal tows of the above.
D : 0–150 m or bottom, vertical hauls of 45cm-net, type A′.

に次いで Radiolaria の 10.1 %が多く，Sagittoidea は 9 %に過ぎず(Fig. 4)，主にその沖合側を調査した蒼鷹丸の場合と大きな相違を示した．

北原式定量ネットのプランクトン量組成（Fig. 5）は常盤丸の場合，その水平採集地点の分布が瀕岸部に偏し，且つ表層採集であるために蒼鷹丸の垂直採集結果に比し植物性プランクトンの割合が18%高くなっている．又 *Calanus finmarchicus* の stage 別出現傾向（Fig. 6）は瀕岸部表層において IV，III stage が組成の主体を占めたが，沖合部において垂直に採集された場合は V，IV stage の出現比は何れも全数の 10 %以下で少く，極めて若い II，I stage 及び Adalt が主体を占めている．瀕岸部の表層水平採集の結果と，その沖合側の垂直採集の結果にみられた Sagittoidea 及び *C. finmarchicus* stage 別出現傾向に関する相違は Sagittoidea では浅海部において表層に少なく，また *C. finmarchicus* の場合調査日の異る St. 11 以北，殊に後出本種の濃密分布域である St. 23, 27 等北側の調査域において表層に IV, III stage の分布密度が著しく高かったためと考えられる．

3.　分布の性状

a.　45 cm プランクトンネットの採集結果（主としてマクロプランクトン）．

垂直採集による結果：　全プランクトンの分布密度は 83～304 mgr/m³ で Fig. 7 によれば 150 mgr/m³ 以上の分布域は南北方向に帯状に延び，この水帯内の 200 mgr/m³ 等量線によって示される濃密域は北方大津鼻附近から東経 140°50′ に沿って南へ伸び，東海村地先の St. G 12 に達するものと，南方勝下沿岸部にある St. G 1, 16 に存在するものとの 2 つがある．一方稀薄域はこの濃密水帯を東西から挾むように両側に存在し，西方の水域は那珂川河口から久慈川河口北方

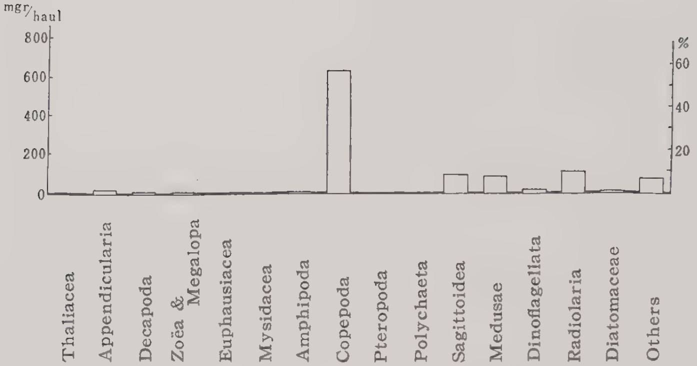


Fig. 4. Composition of plankton by group in wet weight (mg) per horizontal surface tow by 45 cm-net, type B, of the *Tokiwa-Maru*.

See App. TABLE 6 for relevant information.

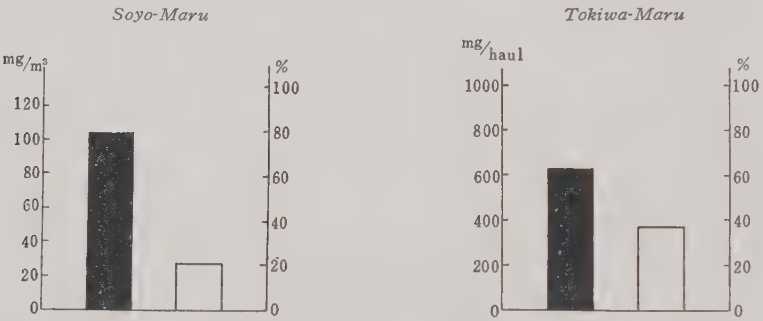


Fig. 5. Composition of phyto- and zooplankton in wet weight (mg) per haul by Kitahara's quantitative net.

Black column represents the amount of zooplankton, and blank column, the amount of phytoplankton. The amount obtained by the *Soyo-Maru* is expressed in milligrams per cubic meter per vertical haul, and that by the *Tokiwa-Maru* in milligrams per horizontal surface tow.

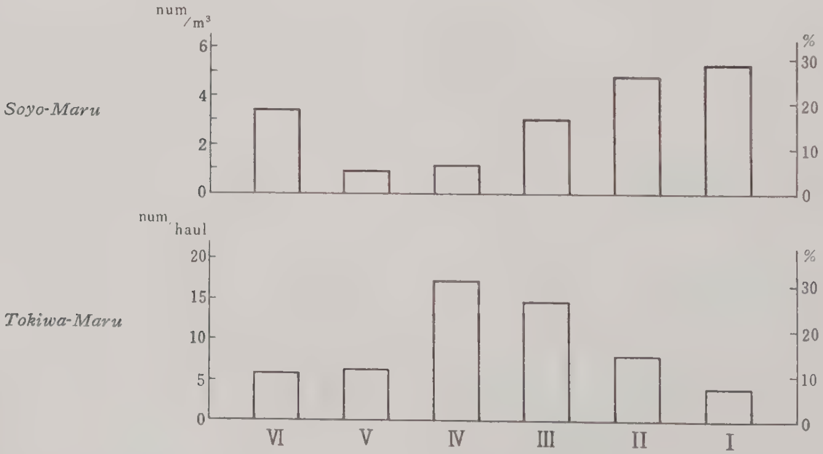
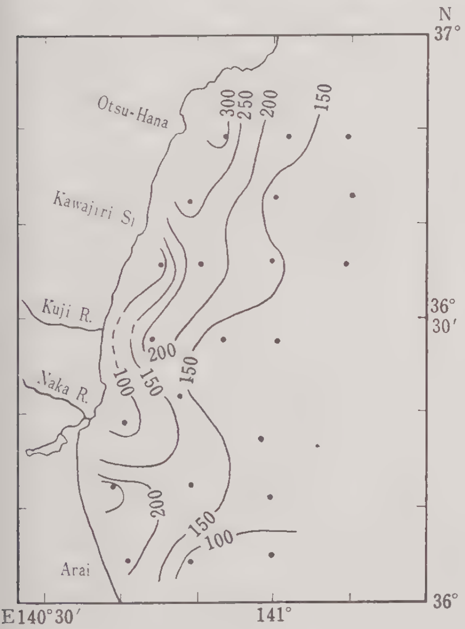


Fig. 6. Composition of number of *Calanus finmarchicus* by stage per haul by Kitahara's quantitative net.

The amount obtained by the *Soyo-Maru* is expressed in number per cubic meter per vertical haul, and that by the *Tokiwa-Maru* in number per horizontal surface tow.

至る 100 mgr/m^3 以下の沿岸稀薄域であり，又一方沖合にある 150 mgr/m^3 以下の沖合稀薄域である．お，利根川河口北方の St. G 2, G 3 は沿岸稀薄域同 100 mgr/m^3 以下であった．しかしこれらを仮に，岸 7 浬を沿岸水帯，14浬以東を沖合水帯，その中間中間水帯として 3 区に分けると Fig. 8 のように 1 点平均が沿岸水帯 214 mgr/m^3，中間水帯 146 mgr n^3，沖合水帯 121 mgr/m^3 となり，沿岸水帯の分布度が最も高い．このことは一見前記と矛盾するが，れはこの沿岸水帯内に前記濃密域が含まれることにるものである．

Copepoda の分布密度は 28～147 mgr/m^3 で水平分の型はほぼ全プランクトンと同様で，濃密域は稀薄



ig. 7. Distribution of plankton in total wet weight (mg) per cubic meter per vertical haul by 45 cm-net, type A′, of the *Soyo-Maru*. See TABLE 1 for relevant information.

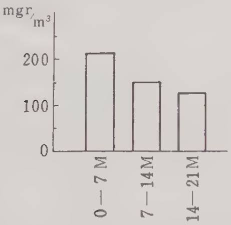


Fig. 8. Seaward occurrence of plankton in wet weight (mg) per cubic meter per vertical haul by 45cm-net, type A′, of the *Soyo-Maru*.

域に挟まれて，南北方向に帯状に存在する (Fig. 9).

Sagittoidea の分布密度は前記のように Copepoda に次いで高く 17～116 mgr/m^3 で，濃密帯は全プランクトン分布にみられたように東経 140°50′ 沿いに存在しているが，東海村沖合の St. G 7, G 8, G 11 一帯（北緯 36°20′ 附近）の稀薄域により濃密域は南北に両断されてその密度は北側に高い (Fig. 10).

Appendicularia においては 0～13 mgr/m^3 で上述の分布傾向と全く異り東方沖合に濃密域が拡がつているが，その濃密域は北緯 36°20′ を中心とした東海村地先きの沿岸部迄派出分布している．稀薄域は那珂川河口及び Sagittoidea の分布密度の高い川尻埼附近にみられる (Fig. 11).

Crustacea の Decapoda は川尻埼東方沖に濃密域の中心があって一応西方沿岸部に伸び，次第に南方に迂回して北緯 36°20′～30′，東経 141° 附近の沖合稀薄域を包んでいる．その沿岸側一帯は那珂川河口を中心として以北沿岸から大津鼻東沖に拡がる稀薄域である (Fig. 12).

Medusae の濃密域の中心は Sagittoidea と反対に南部にあって，その位置は Copepoda, Sagittoidea と変らないが，Fig. 13 にみられるように帯状の濃密域は調査域の北側においてやや東偏し，全プランクトン，Copepoda 等の濃密域の東側に帯状の分布を示した．従って沿岸寄りの稀薄域は著しく拡がっている．

Mysidacea, Zoëa & Megalopa larva 等 (Figs. 14, 15) の分布密度は 6 mgr/m^3 以下に過ぎないが，何れもその分布中心は南部沿岸寄りに存在して，沖合諸地点及び北部沿岸地点には全く認められないか極めて分布密度が低い．

以上を通じて顕著な事実は久慈川，那珂川の河口をほぼ中心とする沿岸域に殆んどの生物群密度が小さく，稀薄域はあたかも両河口を起源として東方沖に派出している様に見えることである．

瀕岸部表層水平採集による結果： 常盤丸により表層の水平採集が行われた瀕岸部のプランクトン分布については採集方法の異る前記蒼鷹丸資料とは直接比較出来ないが，分布の大勢から見れば，濃密域と稀薄域の関係位置は調査日が異るにも拘らず那珂川河口以北においてむしろほぼ同様で Fig. 7 にみられる St. G 12 附近の濃密域は Fig. 16 の St. 23, 25, 27 一帯に存在する濃密域に連続しているようにみられる．しかしながら同時に調査された調査域南方瀕岸部においては上記垂直採集の結果と反対に，稀薄域を形成している．このことに関しては後で述べる．

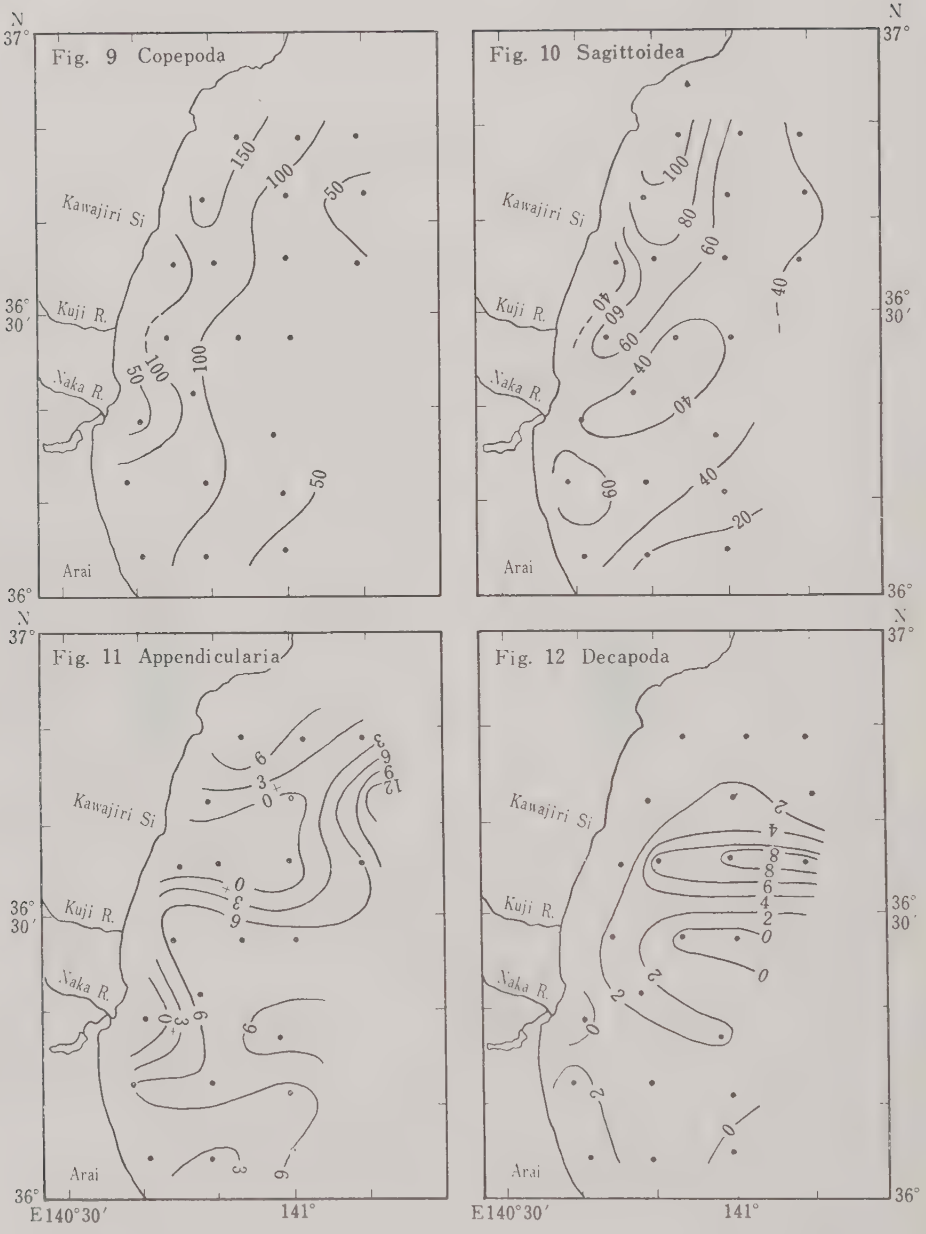


Fig. 9 Copepoda
Fig. 10 Sagittoidea
Fig. 11 Appendicularia
Fig. 12 Decapoda
N
37°
36° 30′
36°
E140°30′
141°
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
150
100
50
80
60
40
20
0
2
3
4
6
8
9
12

Figs. 9–12. Distribution of plankton by group in wet weight (mg) per cubic meter per vertical haul by 45 cm-net, type A′, of the *Soyo-Maru*.
See App. TABLE 1 for relevant information.

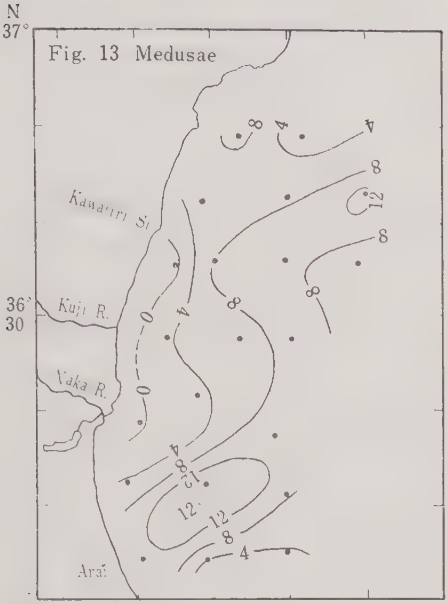


Fig. 13 Medusae
N
37°
36°
30
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
4
8
12

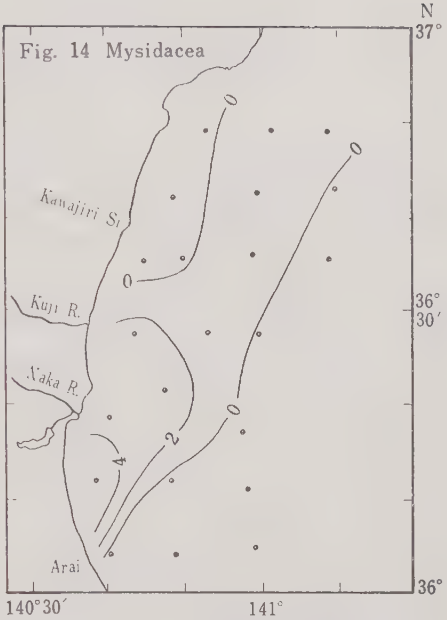


Fig. 14 Mysidacea
N
37°
36°
30′
36°
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
140°30′
141°

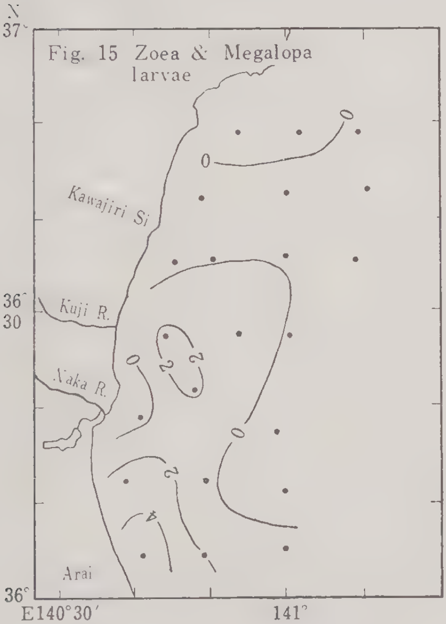


Fig. 15 Zoea & Megalopa larvae
N
37°
36°
30
36°
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
E140°30′
141°

Figs. 13–15. Distribution of plankton by wet weight (mg) per cubic meter per vertical haul by 45 cm-net, type A′, of the *Soyo-Maru*. See App. TABLE 1 for relevant information.

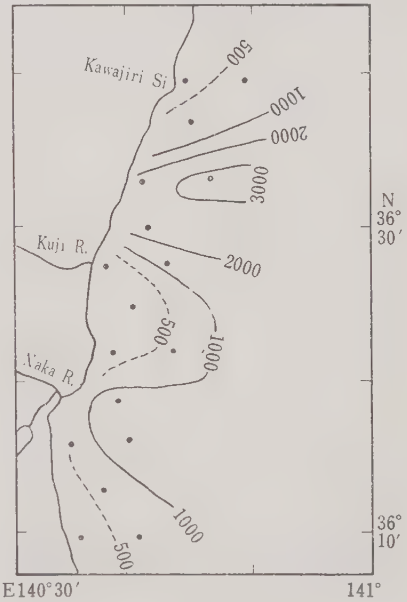

Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
N
36°
30′
36°
10′
500
1000
2000
3000
E140°30′
141°

Fig. 16. Distribution of plankton in total wet weight (mg) per horizontal surface tow by 45 cm-net, type B, of the *Tokiwa-Maru*. See App. TABLE 6 for relevant information.

Copepoda, Sagittoidea, Appendicularia, Medusae 等は何れも全プランクトン分布とほぼ同様の傾向を示しているが，ただ Radiolaria のみは全プランクトン分布にみられる北側の濃密域においてのみ高い分布密度が示されている．

要するに瀕岸部表層採集物によつても東海村前海を中心とする沿岸部にプランクトンが最も稀薄である．

b. 北原式定量ネットの採集結果（ミクロプランクトンを主対象とする）

垂直採集による結果： 北原式定量ネットの垂直採集は蒼鷹丸によって 50 m 以浅について実施された．この結果，沿岸部に稀薄域の存在することは 45 cm プランクトンネットA′型（0–150 m，又は底）の結果と殆ど一致がみられたが，濃密域の分布について若干異った結果が得られた．すなわち 200 mgr/m³ 以上の濃密域は南部沿岸側の地点に偏在し，100 mgr/m³ 以上の分布域はこの濃密域の東方及び経度 140°50′ に沿って伸びている．那珂川河口から川尻埼に至る間の沿岸部一帯及び北東方沖合側は，何れも 100 mgr/m³ 以下の稀薄域を形成し，特に那珂川河口及び久慈川河口北方の St. G 7，G 13 において 10 mgr/m³ 以下であった（Fig. 17）．なお，北原式定量ネットによる濃密域が 45 cm プランクトンネットA′型の場合と異り南部に偏在した結果が現われているが，このことは採集実施に当って北原式定量ネットが 45 cm プランクトンネットA′型に較べ著しく上層部を曳網したためと思われる．その根拠は次の通りである．

i ）今回の調査において表層部のマクロプランクトンの分布量は下層部に較べ圧倒的に多い．特に夜間において著しい．例えば，夜間に採集の行なわれた St. G 3 における 0, 10, 30 m 層のマクロプランクトンの採集量の比は 1 : 0.56 : 0.40 である（後述 4. プランクトンの垂直分布とその時間的変化の項及び Fig. 2 参照）．また北原式定量ネットの採集物は Fig. 18 に示したように，主対象とされたミクロプランクトンが実際には全採集量の 10～20% 程度に過ぎず，採集物の大部分がマクロプランクトンであった．

ii）St. G 1～6 においては，風圧による船の移動のために，水中抵抗の小さい 45 cm プランクトンネットA′型でさえ wire 傾角 30° 以上であったことから，抵抗が著しく大きい北原式定量ネット（曳網マニラロープ）は殆んど表層水平採集に近くなった．

全プランクトンに対する植物性プランクトンの割合は，北部沖合の St. G 17（39 %）を除いて，一般に沿岸部に高く，植物プランクトンの割合の極めて低い（1～20%）水塊が 1 つは南東部の沖合から沿岸部に向

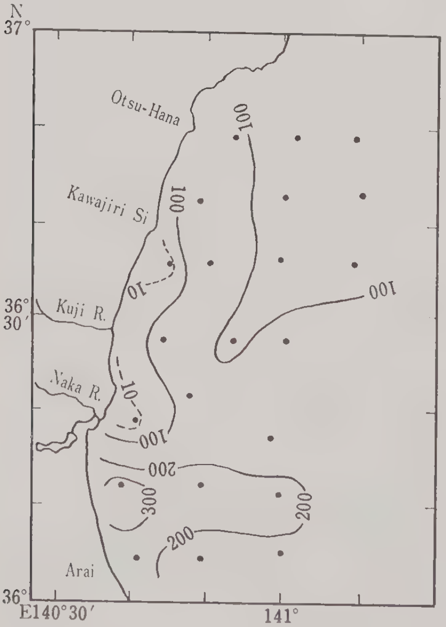

N
37°
Otsu-Hana
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
36° 30′
36°
E140°30′
141°
100
100
100
10
10
100
200
300
200
200

Fig. 17. Distribution of plankton in total wet weight (mg) per cubic meter per vertical haul by Kitahara's quantitative net of the *Soyo-Maru*.

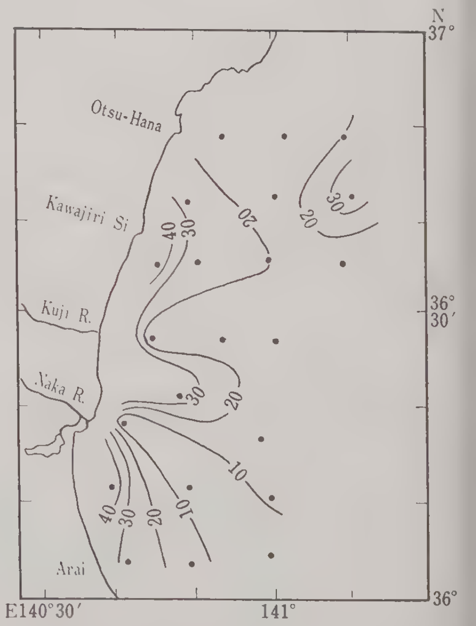

N
37°
Otsu-Hana
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
36° 30′
36°
E140°30′
141°
20
30
20
40
30
30
20
10
40
30
20
10

Fig. 18. Distribution rate (%) of phytoplankton to total wet weight per vertical haul by Kitahara's quantitative net of the *Soyo-Maru*.

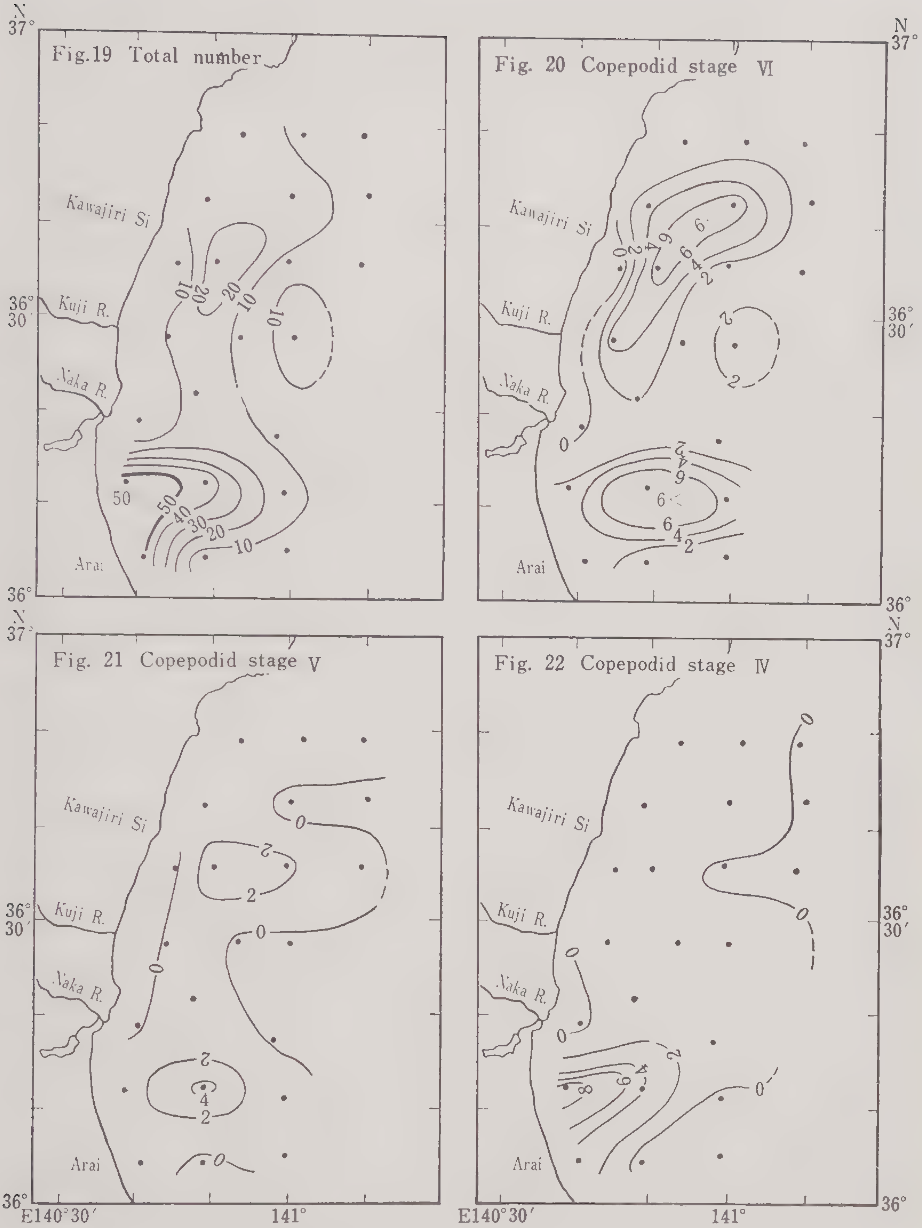


Fig.19 Total number
Fig. 20 Copepodid stage VI
Fig. 21 Copepodid stage V
Fig. 22 Copepodid stage IV
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
N
37°
36° 30′
36°
E140°30′
141°
50
40
30
20
10
6
4
2
0
8

Figs. 19–22. Distribution of total number and stages VI–IV of *Calanus finmarchicus* per cubic meter per vertical haul by Kitahara's quantitative net of the *Soyo-Maru*. See App. TABLE 2 for relevant information.

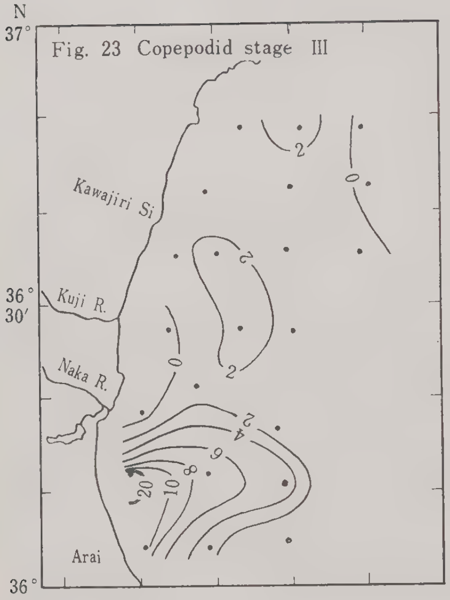


Fig. 23 Copepodid stage III
N
37°
36°
30′
36°
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
6
8
10
20

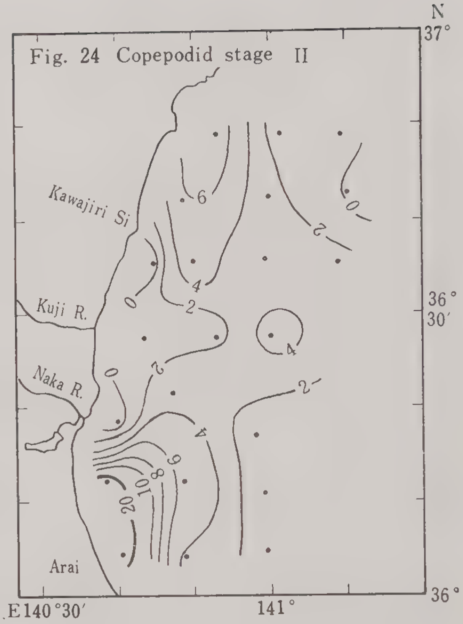


Fig. 24 Copepodid stage II
N
37°
36°
30′
36°
E 140°30′
141°
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
6
8
10
20

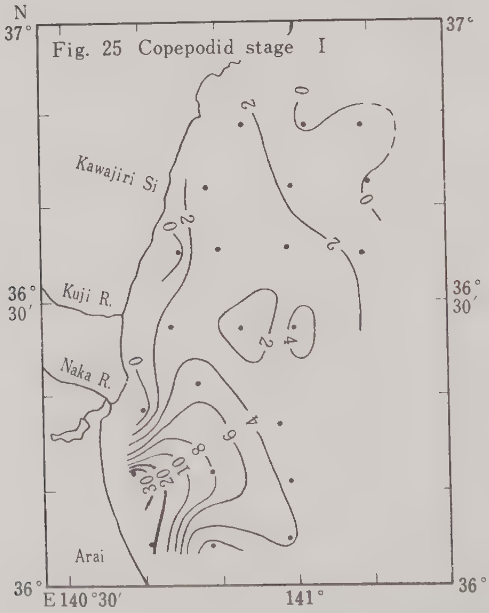


Fig. 25 Copepodid stage I
N
37°
36°
30′
36°
E 140°30′
141°
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
6
8
10
20
30

Figs. 23–25. Distribution of number of *Calanus finmarchicus* in stages III–I per cubic meter per vertical haul by Kitahara's quantitative net of the *Soyo-Maru*. See App. TABLE 2 for relevant information.

て突入，那珂川河口附近にまで達し，1つの水塊は沖から久慈川河口沖合の St. G 12 に向って入り込ん形になっている (Fig. 18).

代表的な Copepoda である *C. finmarchicus* の分を m³ 当りの個体数についてみると，全個体数の分傾向は巨視的にみて45 cmプランクトンネットA′型 Medusae 及び Mysidacea のそれに近い．すなわ濃密域中心は南部沿岸に存在し，稀薄域は那珂川河から川尻埼間の沿岸部及び東部沖合部にあって，密域の分布区域は沿岸部と沖合部の稀薄域に挟まれ帯状を呈している (Fig. 19)．各 stage については dalt の場合 (Fig. 20) 濃密域は那珂川河口沖合におて南北2つの区域に分かされ調査域の北縁と南縁及東側が分布密度極めて小さい．上述プランクトンの布密度の小さい那珂川河口，久慈川河口北方では全出現していない．V stage (Fig. 21) は adult とほ同様であるが，IV stage 及びそれより若い stage ついては (Figs. 22, 23, 24, 25) 分布中心は調査南部沖合にあって，川尻埼〜那珂川河口沿岸部は ult, V stage 同様全く出現しないか或いは密度がめて小さい．

瀕岸部における表層水平採集の結果： 瀕岸部におるミクロプランクトン分布調査のために北原式定量ネットの採集が常盤丸によって実施された．この場合の採集方法は表層水平引曳である．この結果によれば北緯 36°30′ 及び 15′ に南北2つの濃密域が存在し，稀薄域は那珂川，久慈川河口及び調査域の北側と南側にある (Fig. 26)．那珂川河口以北の分布大勢は採集方法，調査日が異るにも拘らず，蒼鷹丸の北原式定量ネットによる分布大勢に密接な関連がみられる．しかし一方，調査日の殆んど一致した南部瀕岸部においては，かえって蒼鷹丸の場合とは反対に稀薄域を形成している．この相違の起った理由として次の条件が考えられる．常盤丸の採集は全地点共日中に実施されているが，蒼鷹丸では北部は日中，南部は主に夕刻から夜間の採集であつた．後述のように，今回のプランクトン垂直分布は，夜間上層部に著しく多く，日中は上層部に減少している．蒼鷹丸による場合は，前記のように，風圧による船の移動のために北原式定量ネットはこの濃密な上層を採集し，常盤丸の場合は日中比較的稀薄な表面を採集している．この結果が主として上記南部における水平分布の大勢に影響を与えたものと考えられる．何れにしても那珂川，久慈川両河口を中心とする沿岸部に顕著な稀薄域の存在することは前記諸採集結果に共通する．

全プランクトンに対する植物性プランクトンの割合

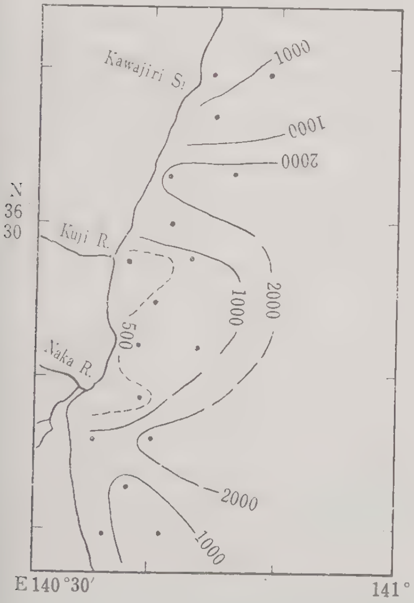


Fig. 26. Distribution of plankton in total wet weight (mg) per horizontal surface tow by Kitahara's quantitative net of the *Tokiwa-Maru*.

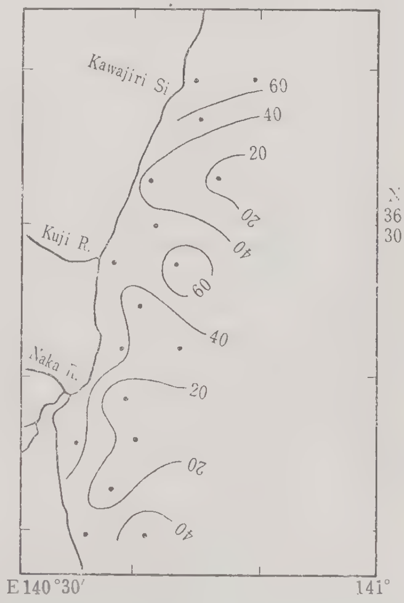


Fig. 27. Distribution rate (%) of phytoplankton to total wet weight per horizontal surface tow by Kitahara's quantitative net of the *Tokiwa-Maru*.

See App. TABLE 7 for information relevant to Figs. 26 and 27.

の水平分布（Fig. 27）は，垂直採集結果とその大勢において同様の傾向を示し，那珂川河口及び久慈川河口北部に 20 ％以下の組成の低い区域が存在し，この中間域及び南北両端部に 40～80 ％の組成の高い区域が認められる．

C. finmarchicus の全個体数分布（Fig. 28）は 45 cm プランクトンネット B 型による全プランクトンの分布傾向と殆んど一致して，その分布中心が北側の濃密域に存在した．これは前出組成の項に述べたように IV, III stage が主体を占めたためである．

4. プランクトンの垂直分布とその時間的変化

前述プランクトン組成の項において，60 cm プランクトンネット C 型開閉水平採集物による 7 地点の層別平均量についても若干述べたが，Fig. 29 には之等 7 地点の各層における m³ 当りの採集量によって垂直分布とその時間的変化を示した．図によると夜間に採集された 3 地点において，著しく分布密度が大きくなり夜間の分布増加を示している．もっとも，3 地点のうち 2 地点は，前述 45 cm プランクトンネット A′ 型の垂直採集結果について述べた濃密分布域内の地点であることも高い値の得られた 1 つの条件となっているのであろう．しかし一方 St. G 3 は稀薄域内の地点であるにも拘らず，各層共採集量が高く現われたことは，採集が夜間行われたため表層近くに多くの生物が浮上したことを明らかに示していると云ってよかろう．の間は中間層の 10 m に分布量が増加し，又沿岸部おいては水平採集の最下層である 30 m の分布密度全層が同一時に採集されなかった St. G 9, G 12 をくと何れの地点も最も小さくなっている．このこと朝 8～9 時頃の各層分布密度に大きな差の認められいことと共に昼夜の垂直移動が主として極く上層部行われた結果を示すものと考えられる．

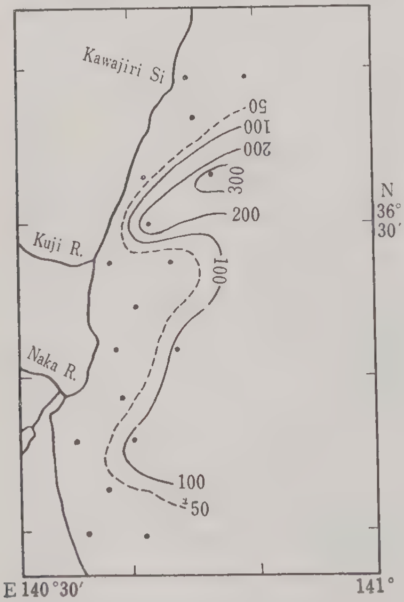


Fig. 28. Distribution of number of *Calanus finmarchicus* per horizontal surface tow by Kitahara's quantitative net of the *Tokiwa-Maru*. See App. TABLE 7 for relevant information.

5. 1954. 55 年との比較，並びに本海域と他海域の比較

沪水量に対し修正しない生のプランクトン採集量ついて，東海区水研（1955，1956，1957）による北40° 以南，東経 145° 以西の太平洋における 1954，19の当期と今回の結果を比較すると，この調査海域内沖側部においては前 2 カ年共 1 gr/haul 前後となっいるが，今回はその約 2 倍の 2 gr/haul 台の分布量示した．しかし沿岸部では前 2 カ年とほぼ同様の値ある．又 1954，1955 年の 11 月における塩屋埼沖のランクトンは 2 gr/haul 台であったが，極く沿岸部び黒潮流域は 0.5 gr/haul 以下に過ぎず，野島埼以の多量分布域でも 1 gr/haul 台であって（Fig. 30）今回の採集結果は北緯 40° 以南，東経145° 以西の他域に比べ 11 月としては最も多い分布量を示した．

6. 分布型と海況との関係

前に各生物群について量分布の模様を述べたが，れによると分布の共通的性状は久慈川，那珂川の両口を大体中心とする沿岸部に顕著な稀薄域が存在すことであり，各生物群の分布は主として濃密域の位

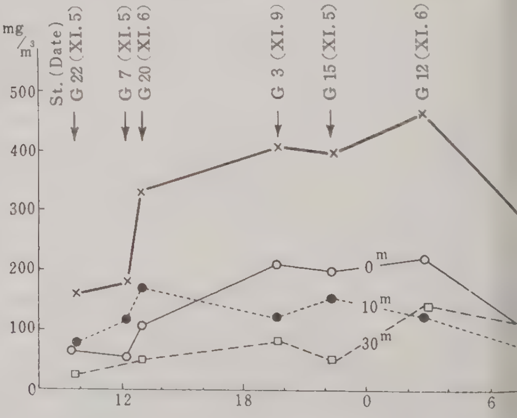
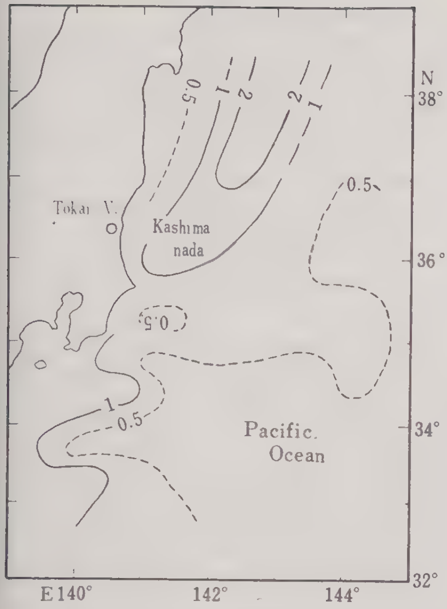


Fig. 29. Distribution of plankton in wet weight (m per cubic meter per horizontal haul at d ferent times and depths by 60 cm-net, ty C, of the *Soyo-Maru*.
Heavy line indicates the sum of hauls at t different depths.



g. 30. Distribution of plankton in wet weight (gr) per vertical haul (0-150 m) by 45 cm-net, type B, November 1955.

こって特色づけられているようである．これらの分頁型を主として45cmプランクトンネットA′型の垂採集物によってみると大体次の3型に分けられる．

a型　濃密域の中心は北方大津鼻附近の顕著なものと，南方沿岸部勝下附近にあるものの2つがある．この2つを連ねる濃密域は大体東経140°50′の線に沿って南北に帯状の分布をし，東西の稀薄域により挟まれているが，ただ北緯36°20′附近は若干分布密度が小さいか，あるいは全く稀薄域により分断されたかたちになっている．この型の分布をしているものには全プランクトン，Copepoda, Sagittoidea がある．

b型　濃密域は沖合部にあって沿岸中央部に向い張出，又は突入したかたちになっている．この型の分布をしている例は Appendicularia, Decapoda である．

c型　a型と同様濃密域は，ほぼ南北に走る帯状の分布傾向を示すが，この場合，沿岸濃密部の中心は北方の大津鼻附近にはなく，南方にだけただ1つある．従って濃密帯は南部から北部（多少東偏）に向って走るかたちになっている．この型の分布例には Medusae, Mysidacea 等があり，その他 Zoëa, Megalopa 混合物もこの型である．なお，ミクロプランクトンを含み，かつ比較的上層部の採集物である北原式ネットのものは全プランクトン（湿重量），全 *Calanus finmarchicus*（個体数）が大体この型に近い．c型とa型は多分に相互移行性を持つと思われる．

次にこれらの分布傾向を渡辺等（1957）による海況の調査結果と比較考察する．すなわち0mの等温線及び等塩分線の分布に較べると，a型の場合すなわち全プランクトン，Copepoda については20°C，18.8‰の線によって区別される2つの水域にまたがって濃密帯が分布しているが，北緯36°20′～30′附近において20°～21°C，19‰台の沖合系高鹹，高温水の接岸によつて，この部分の濃密帯は沿岸部に寄せられ，かつ分布密度も僅かながら小さくなり，又 Sagittoidea の水平分布は明らかにこの沖合水系の影響により濃密域が2分されている．このことは又この時期における沖合系，沿岸系その他水系の各生物群の分布密度に関する特色を示している．b型の Appendicularia は20°C以下18.9～19‰以下の水域に分布密度が小さく，沖合のより高温高鹹な水域に濃密で，表面及び50m層の水温，塩分と殆んど平行的に分布し，東海村前に入り込み，また Decapoda は Fig. 3 に示されるように表層に多く20°～21°C，18.8～18.9‰の等温，等塩分線に沿い，GEK による表層想定海流図（渡辺等）に示される沿岸部の反時計廻りの流れに沿って出現している．c型の Zoëa, Megaloa 等の larva 及び Mysidacea, 並びに *Calanus finmarchicus* の IV, I stage は北緯36°20′附近における沖合水の接岸，及び上記沿岸部の反時計廻り環流によつて南部沿岸に集められ，このような分布を示したかとも思われる．

また常盤丸による45cmプランクトンネットB型の表層水平採集で Radiolaria が久慈川北方 St. 21～27 に分布密度が高かつたことは，蒼鷹丸による60cmプランクトンネットC型の各層水平採集の結果において表層に分布密度の高いことから沖合水の接岸により沿岸部に運ばれ東海村の前海であるこれら地点において多量に採集されたものとみられる．

B. ビームトロールにより採集された甲殻類

この項ではビームトロールで採集された生物中，カニ，ヤドカリ類を除く甲殻類を取扱う．

ビームトロールによる採集作業は St. G 12, G 13′, G 16, G 18, G 20 の5地点で行われた．st. G 12 の採集実施以後ビームトロール破損のため採集が実施出来なかったので，以後はドレッジが用いられたが，本項の対象生物の出現を見なかった．従つてここに述べ

る生物群の分布生態に関しては調査域北側における若干の知見にとどまった．

前記採集方法に示されたように，外嚢の網目 3～6 cm，内嚢の網目 0.35 cm であって，網口の開閉装置が無いので中層に分布する生物群も主に揚網の際に採集される．今回この網によって中層性甲殻類の採集された地点は St. G 16 及び G 18 のみである．これら生物群の多くは比較的深層の分布を示す種類として中層の採集に際して net sample に屡々みられる生物群である．

プランクトンの範疇に属すると認められるこれら生物中 50 個体以上得られたものは *Sergestes nipponensis* Yokoya 399 個体，*Crago* sp. 169 個体，*Spirontocaris spathulirostris* Yokoya 54 個体，*Parastilomysis paradoxa* Ii 139 個体の 4 種であった．

また St. G 16 と G 18 に共通して得られた種は *Spir. spathulirostris* と Amphipoda（端脚類）の Family Eusiridae の一種，計 2 種類で，いずれも St. G 18 においては僅かに 2，3 個体採集されたに過ぎない．

両地点別に出現種について生物学的知見と調査結果の概要を次に述べる．

i）St. G 16，30 分曳網，水深 300 m.

Sergestes nipponensis Yokoya サクラエビの一種

今回採集された本種に関しては従来詳細な報告はないが，横屋（1933）が当時の蒼鷹丸（202 トン）の採集物につき 1926 年 6，7 月に塩屋埼沖及び11月に相模湾の 209～525 m から新種として簡単な記載をしているものとほぼ同一の locality を示すこと，特に横屋の *S. nipponensis* の記載と異る点も認めないから一応ここにはこの種名を用いた．

これについては他の機会に詳細に述べる予定である．

水深 300 m の本地点でビームトロール実施中 08 時 19～40 分，160～200 m に可成り明瞭な D.S.L を認めた．この D.S.L. は他海域における *Sergestes* D.S.L. の状況及び採集個体数の多かったことから種によるものと推定された．なおこの調査中銚子沖も同様な D.S.L. を認めたことから，本種の分布域少なくとも小名浜沖から銚子沖の 300 m 等深線附にわたっているものと推定される．

採集された個体はいずれも 50 mm 前後の成体でが大部分を占め雄は極めて稀であった．

Spirontocaris spathulirostris Yokoya モエビの種．

本種も上記 *Sergestes* 同様 1926 年 7，8 月蒼鷹丸よって尻矢埼，津軽海峡，対馬沖の水深 110～285 から採集されている．今回の試料は体長 25～30 位の個体である．

これら以外は量的に極めて少く，Eusiridae 端脚の一種（10～13 mm）32 個体及び大型のアミ類であ *Holmesiella affinis* Ii（30 mm 前後）15 個体で，の他 *Heterocarpus sibogae* de Man ミノエビ，*P* *dalus nipponensis* Yokoya ボタンエビ，*Panda* sp. タラバエビ科の一種，端脚類の Lysianassida Cumacea 空摩類，*Euphausia pacifica* H. J. H. ナシアミ等が 1,2 個体得られた．なお *Euphausia* *cifica* は日本海及び北太平洋産の主要なオキアミあって，普通のネット採集に多く見られるものであ

ii）St. G 18，21 分曳網，水深 120 m，

大陸棚斜面の St. G 16 における 10 種の出現にべ，本地点における出現生物群は少く 5 種であっ *Crago* sp. エビジャコの一種 30～40 mm の 169 を除いて，いずれも比較的小型の生物である．すち，中型のアミ類の *Parastiromysis paradoxa*（10～15 mm）139 個体が *Crago* sp. に次いで多他に同じアミ類の *Lophogaster* sp.（10～25 mm 25 個体以外はいずれも少く，前述のように *Spir.* *thulirostris*, Eusiridae はそれぞれ 2，3 個体本にも出現した．

IV．ネクトン

(Plate III)

A．魚卵

浮游性魚卵，稚魚は生態上プランクトンとして取扱われているが，ここでは生活史の立場から便宜上ネクトンに含めた．

海産の魚卵，稚魚の出現について神谷（1916）山湾における研究によつて春秋 2 季に産卵の山がれるが，特に春季に多いとし，又中井等(1955)，

研（1955，1956）によればイワシ資源調査，その資料に基づいて，神谷とほぼ同様の結果が得られる．それらによると今回の調査時期は秋季の産卵期に当り，魚卵，稚魚の出現が少い時期に当ってい

今回 1.3 m プランクトンネット，45 cm プランクネットB型の表面水平採集及び 45 cm プランクネット A′ 型の垂直採集によって得られた魚卵についての結果は次の通りである．

出現種及び出現数

表面採集物に現われた結果

3 m プランクトンネットの表面採集によって得ら魚卵は Fig. 31 に示すように 11 種 1,014 粒，内丸によって 10 種 615 粒（22 地点），常盤丸の 7 種粒（9 地点）である．最も多量に出現した種類は図明らかなように Labridae ベラ科であって 928 粒採集卵の 91.5 %）を占めている．そのうち蒼鷹丸って 564 粒，常盤丸によって 364 粒採集され，両も全採集卵の 91～92 %が本種であり，他の魚種に比べて圧倒的に優勢である．すなわち今期におけ層分布の魚卵は本種が単純分布をしたといってもでない．僅かに分布する残りの魚卵中には *Callio-* *us* sp. ネズッポ属 7 粒，*Maurolicus* sp. キウリ類 2 粒及び Anguillina ウナギ亜目に属すると認れるもの等があるが，種名は明らかでない．稀不単脂卵 3 種，無脂卵 3 種及び多脂卵 2 種についの形状等を示せば本頁下表の通りである（App. LE 5 及び 8 参照）．

お，常盤丸による 45 cmプランクトンネットB型面水平採集では 7 種 803 粒（17 地点）採集されてが，そのうちには Labridae 775 粒（96 %），*Ca-* *ymus* sp. 5 粒出現している（App. TABLE 6 参

垂直採集物に現われた結果

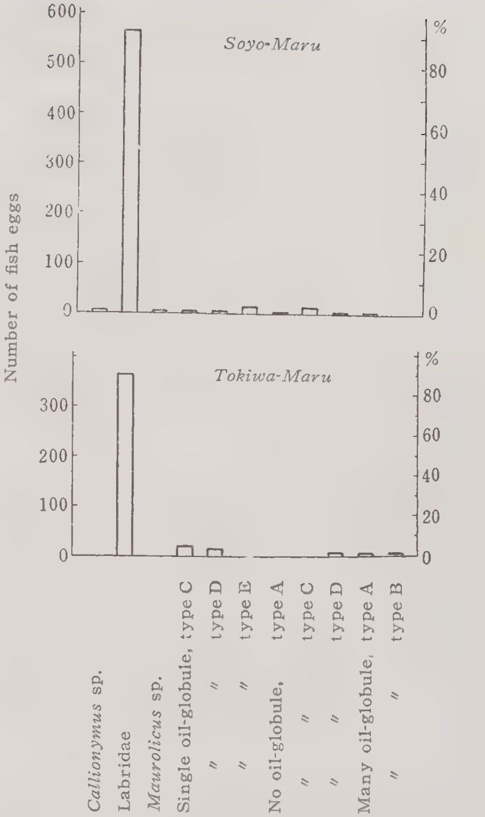


Fig. 31. Composition of fish eggs by group and vessel in number obtained from everyone of horizontal surface tows of 1.3 m-net.

垂直採集は蒼鷹丸によってのみ行われた．45 cm プランクトンネット A′ 型の垂直採集によって得られた卵は僅かに 9 種 54 粒（22 地点）で，最も多量に出現した種類は表面水平採集同様 Labridae である．Labridae 卵は 2 地点において 29 粒出現し，全卵数に対する比率は表面採集の結果に比べてかなり低い．しかし表面採集物には全く現われなかった *Engraulis japonica*（Houttuyn）カタクチイワシ卵が垂直採集では

	単脂“C”卵	単脂“D”卵	単脂“E”卵	無脂“A”卵	無脂“C”卵	無脂“D”卵 （Anguillina ?）	多脂“A”卵 （Anguillina ?）	多脂“B”卵
形	球形	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
直径（mm）	1.17～1.30	0.90～0.95	1.10～1.15	2.45	0.65～0.70	2.20～2.70	2.35～2.65	1.55
球数	1	1	1	—	—	—	10～12	Ca. 10
球径（mm）	0.25～0.32	0.20～0.24	0.18～0.20	—	—	—	0.05～0.10	0.05～0.10
膜	平滑 無色	同左 同左	亀甲状紋 同左	平滑 淡い肌色	同左 無色	同左 同左	同左 同左	同左 同左
膜腔	中庸	同左	同左	同左	同左	広い	同左	中庸
黄の亀裂	なし	同左	同左	同左	あり	なし	同左	同左

フォルマリン固定標本による．

1粒出現している．この外には表面採集物とほぼ同様 *Maurolicus* sp. 8粒，Anguillina と認められるもの等が出現している（App. TABLE 1 参照）．

各層を水平に採集しているが，殆んど同時刻に深さを変えて採集が行われた為め垂直分布を現わしている 60 cm プランクトンネットC型の採集物については St. G 12 及び G 15 の魚卵を精査した．その結果 St. G 12 においては，0 m 層に5種167粒，10 m 層に4種62粒，30 m 層に4種93粒が出現している．各層共通に出現した種類は Labridae（0 m 層163粒，10 m 層59粒，30 m 層90粒）及び Anguillina に属する多脂 "A" 卵（各層1粒宛）である．又 St. G 15 には各層とも全く出現していない．

2. 地理的分布

a. 表面採集物に現われた結果

1.3 m プランクトンネットによって採集された全魚卵及び最も多量に出現した Labridae 卵の分布を Figs. 32, 34 に示した．但し図には，常盤丸の採集量を蒼鷹丸のそれと比較のための便宜上，次の換算によって基準化した．蒼鷹丸の沪過水量は曳航速度約 2 mile/hour，網口の直径の ²/₃ が水中に潜り，ネットの沪水率を一応100 %とすると約 320 m³ である．
方常盤丸の沪過水量は曳航速度約 1 mile/hour，網
は全部水面下にあり，沪水率は蒼鷹丸同様100 %と
ると約 200 m³ となる．この沪過水量の比，即ち常
丸の採集量を1.6倍して蒼鷹丸と同一水量における
集量とした．しかし曳航速度，沪水率等は正確に測
されたものでないから，この数字は一応の目安を示
に過ぎない．

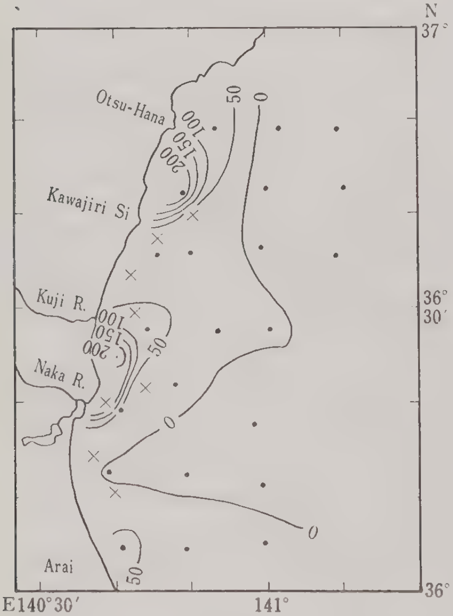


Fig. 32. Distribution of number of fish eggs.
● Occupied by the *Soyo-Maru*
× Occupied by the *Tokiwa-Maru*
Based on the collections that were made at each station by horizontal surface tows of 1.3 m-net for 5 minutes at ca. 2 knots. See App. TABLES 5 and 8 for further information.

全魚卵の分布は Fig. 32 に示すように，沿岸に多
沖合には殆んど出現していない．濃密域は荒井沖（S
G 1），大洗岬～久慈川河口（St. G 12, 11, 17, 20）
び川尻埼～大津鼻（St. G 19, G 20）の距岸5浬以内
ある．調査海域を沿岸からの距岸距離によって3水
即ち沿岸水帯（距岸距離 0～7浬，8地点），中間水
（同7～14浬，8地点）及び沖合水帯（同14～21浬，
地点）に分けて全魚卵の1地点当り出現卵数を比較
ると，Fig. 33 に示すように沿岸水帯に最も多く，中
水帯及び沖合水帯には極めて少い．東海区水研 195

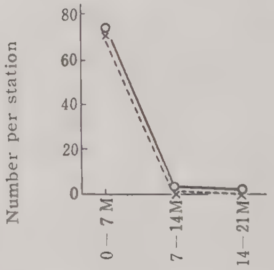


Fig. 33. Occurrence of number of fish eggs by
seaward zone based on horizontal surface collections by 1.3 m-net of the
R.V. *Soyo-Maru*.
○ Total of eggs
× Labridae eggs

によれば，1954年11～12月に犬吠埼～北海道の
部（34地点）では今回と同様の採集方法で魚卵は
出現していないが，今回の調査によって沿岸部に
少ながら出現することが明らかになった．しかし
141°以東の沖合には殆んど現われていないことは1
年の此の海域及び東北，北海道海域を通して調査
た結果と同様である．

次に今回の圧倒的優勢種である Labridae 卵* に
いて，その地理的分布をみると Fig. 34 に示すよ
Labridae 卵は距岸10浬以内の沿岸部にのみ出現
特に5浬以内に多い．その濃密域は前記全魚卵と
荒井沖（St. G 1），大洗岬～久慈川河口（St. G 12,
17, 20）及び川尻埼～大津鼻（St. G 19, G 20）の

---

* Labridae 卵：単脂，卵径 0.75～0.80mm，油球径 0.14～0.1

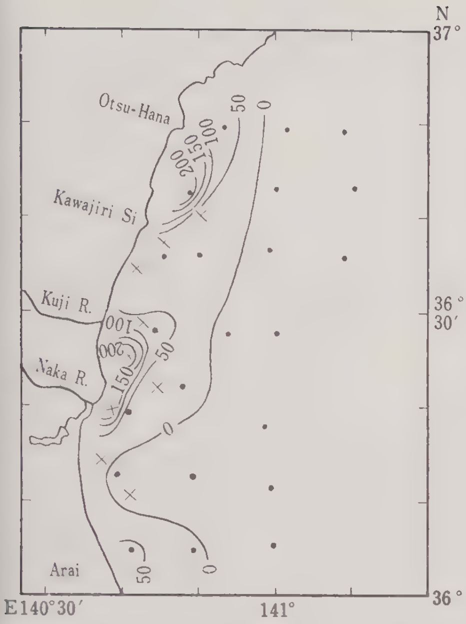


Fig. 34. Distribution of number of Labridae eggs. See footnote of Fig. 32 and App. TABLES 5 and 8 for relevant information.

るにあり，特に東海村に近く濃厚な中心が存在する．

abridae 卵は Figs. 35, 36 に示すように水温では 19 21°C に，塩素量では 18.9 ‰ 以下に出現し，低鹹且つ沿岸性であることを示している．又卵は放出後から孵化に近いものまでも現われている．神谷(1925)によればこの種の孵化所要時間は 25°C で 31 時間以上とみられるから，今回の結果は一応東海村沿岸水の拡散性の小さいことを示すものと思われる．

尚，常盤丸によって行われた 45 cm プランクトンネット B 型の表面水平採集物によると，全魚卵は同船の調査海域の全面にわたって多量に出現しその地理的分布，種類組成は上記 1.3 m プランクトンネットによる結果にほぼ一致している．

b. 垂直採集物に現われた結果

45 cm プランクトンネット A′ 型による全魚卵の分布は Fig. 37 に示すように那珂川河口から高萩へかけての最も沿岸寄り及びほぼ東経 141° 以東の沖合には殆んど現われず，それら両海域の中間に出現している．濃密域は南部の荒井沖(St. G 1)の狭い水域に限られ，此の時期は鹿島灘での産卵が極めて貧弱であることを示している．この小濃密域が殆んど Labridae 卵で占められていることは注意すべき特色であろう．*Engraulis japonica* カタクチイワシ卵は久慈川河口沖(St. G 11)に 1 粒出現しただけで極めて少く，本種の産卵が此の海域ではすでに末期であることを示している．

3. 魚卵についての概括及び考察

今回採集された魚卵は 15 種で，その内訳は 1.3 m プランクトンネットの表面水平採集により 11 種，45 cm プランクトンネット A′ 型の垂直採集で 9 種である．

ネット及び採集方法に差異はあるが，一般的に沿岸部に多量に出現し，東経 141° 以東の沖合では極めて少

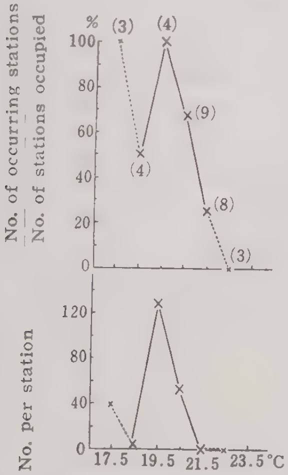


Fig. 35. Occurrence of number of Labridae eggs by surface temperature.

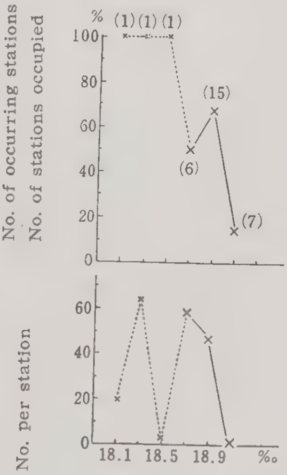


Fig. 36. Occurrence of number of Labridae eggs by surface chlorinity.

Based on horizontal surface collections by 1.3 m-net, numerals enclosed in parentheses show the number of occurring station occupied by the R.V. *Soyo-Maru*.

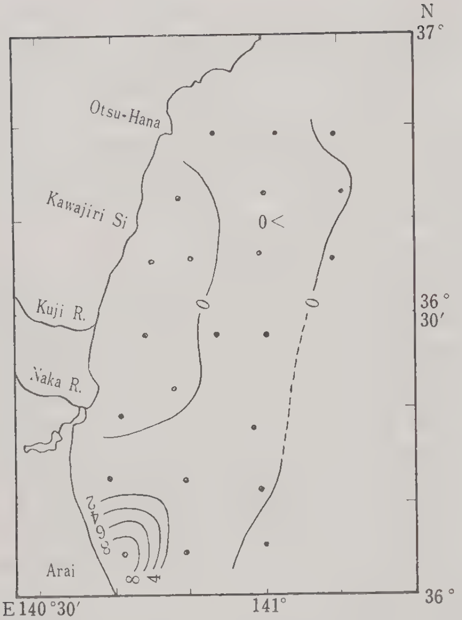


Fig. 37. Distribution. of fish eggs in number per cubic meter of water.

Based on vertical collections from a 150 m-depth or the bottom to the surface by 45 cm-net, type A′ of the *Soyo-Maru*.

See App. TABLE 1 for further information.

い．ただ垂直採集では那珂川河口以北の沿岸部に全く出現しなかった海域があるが，この海域での水平採集には，比較的多量に出現したところから卵の分布は極く表層に局限されていたと認められる．いずれのネット，或は方法によっても優勢種は Labridae である．神谷（1925）によれば，Labridae の産卵盛期は館山湾において８月から11月に及ぶとされているが，本調査時期には鹿島灘で盛んに産卵が行われたと認められる．特に東海村地先に濃密域の中心がある．蒼鷹丸によつて行われた同一地点における垂直採集と水平採集による Labridae 卵の出現について比較すると，南部の St. G 1 においては両者ともかなり多量に出現し，従って卵は垂直的に海底近くまで分布していたと認められるが，他の沿岸諸地点では水平採集に多量に出現した時でも垂直採集には全く出現していない．このことは Labridae 卵が比較的表層にのみ多量に分布していたことを示している．又魚卵の比較的多量に出現した St. G 12 における 60 cm プランクトンネットＣ型の各層水平採集によって得られた魚卵数は Fig. 38 に示すように 0 m 層に最も多く52%を占め，10 m 及び 30 m 層では 20〜30 %と減少している．しかしこれらの 95 %以上は Labridae によって占められ，その表層性が示されている．

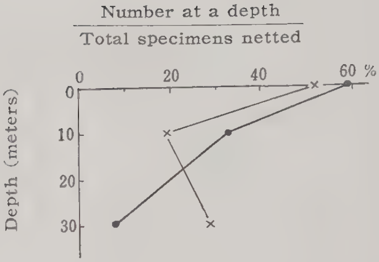


Fig. 38. Occurrence of numbers of fish eggs and larvae horizontally collected at different depths of St. G12 by 60cm-net, type C, of the *Soyo-Maru*.

× Fish eggs
● Fish larvae

この卵の分布による東海村沿岸水の拡散性につい
の考察は前項に述べられている．

Engraulis japonica 卵の出現期は，鹿島灘にお
ては例年 2〜9 月であって，10 月以降には全く現わ
ていなかった．しかし今回の調査によって，ただ１
ではあるが採集され，又次に述べる稚魚の出現状態
らも，11月にも僅かながら産卵の行われることが明
かになった．

B. 稚　　魚

前記魚卵の項に述べたように一般的に云って今回
調査時期は稚魚も少い時期である．使用ネット等は
卵に用いられたものと同様である．

1. 出現種と出現数

a. 表面採集物に現われた結果

今回 1.3 m プランクトンネットの表面水平採集に
って得られた稚魚は 41 種* 271 尾で，そのうち蒼鷹
によって 41 種* 238 尾，常盤丸では 6 種* 33 尾であ
採集された稚魚の総数，魚種別出現個体数を Fig.
に示した．蒼鷹丸によって採集された稚魚中，最も
量に出現した種類は *Labracogrossa argentiventr*
Peters タカベ 40 尾（16.8%），次いで *Engraulis*
ponica（Houttuyn）カタクチイワシ 39 尾（16.4%）
ある．その他 *Gonorhynchus abbreviatus* Temmin
et Schlegel ネズミギス 13 尾（5.5 %），*Cypselu*
japonicus（Franz）ハマトビウオ 1 尾（0.4%），
crorhamphosus scolopax（Linné）サギフエ 1 尾（
%），*Goniistis zonatus*（Cuvier et Valencienne
タカノハダイ 4 尾（1.5 %），*Omobranchus eleg*
（Steindachner）ナベカ 7 尾（2.6 %），Myctophi

---

* 種の判定の未了のものが多数あるために，この出現種の数字は
的でない．

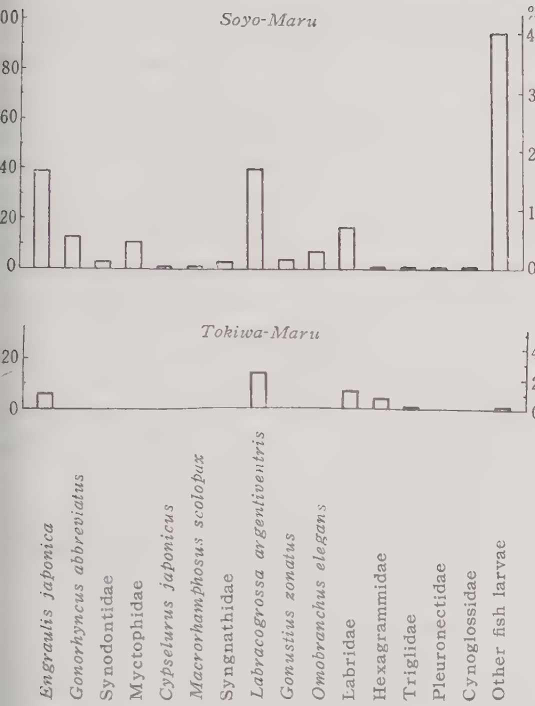


Fig. 39. Composition of fish larvae by group and by vessel in number obtained from everyone of horizontal surface tows of 1.3 m-net.

ハダカイワシ科11尾(4.6%)，Labridae ベラ科17尾(7.1%)，Hexagrammidae アイナメ科1尾(0.4%)，Triglidae ホウボウ科1尾（0.4%）等である．常盤丸では蒼鷹丸同様 *Labracogrossa argentiventris* が最も多く 14尾（42.4%），次いで Labridae 7尾（21.4%），*Engraulis japonica* 6尾（18.2%），Hexagrammidae 4尾(12.1%)，Triglidae 1尾(3.0%）である．すなわち両船とも *Labracogrossa argentiventris*, *Engraulis japonica* 及び Labridae が主要出現種である．マイワシ，ウルメイワシ，マアジ，サバ類，ブリ，サンマ等は今回全く現われなかった．尚，常盤丸の 45cm プランクトンネットB型による表面水平採集物には 41尾出現し，そのうち種の判明したのは *Laracoglossa argentiventris* 3尾，Labridae 28尾である．

b. 垂直採集物に現われた結果

魚卵の項に述べたように垂直採集は蒼鷹丸によってのみ実施された．45cm プランクトンネットA′型の垂直採集によつて得られた稚魚は，殆んどが 10mm 以下の小型であり，種の判別未了のものがすくなくないが，35種69尾出現している．種の判明したのは *Engraulis japonica* 5尾，*Labracoglossa argentiventris* 2尾，Myctophidae 1尾及び Triglidae 1尾である．60cm プランクトンネットC型の各層水平採集物は原研沖の St. G 12 には 0m層14種29尾，10m層6種16尾，30m層4種4尾出現している．そのうち種の判明したものは *Engraulis japonica*（0m層に4尾，10m層に2尾），*Labracoglossa argentiventris*（0m層に2尾），Labridae（0m層に1尾），及び Myctophidae（0m層に5尾，10m層に8尾）である．又 St. G 15 には 10m層に *Engraulis japonica* 1尾，30m層に Myctophidae 1尾，種不明1尾が出現しただけで，0m層には全く現われていない．

2. 地理的分布

a. 表面採集物に現われた結果

1.3m プランクトンネットによって採集された全稚魚，水産上重要な *Engraulis japonica* カタクチイワシ，最も多量に出現した *Labracogrossa argentiventris* タカベの分布を Figs 40, 42, 43 に示した．但し図中常盤丸のものについては蒼鷹丸の結果と比較のための便宜上，前記魚卵に述べたと同様換算した値を用いてある．

全稚魚の分布は Fig. 40 に示すように，最も多量に出現した地点は久慈川河口東約6浬（St G 12）で25尾，次いで荒井東約3浬（St. G 1）24尾である．

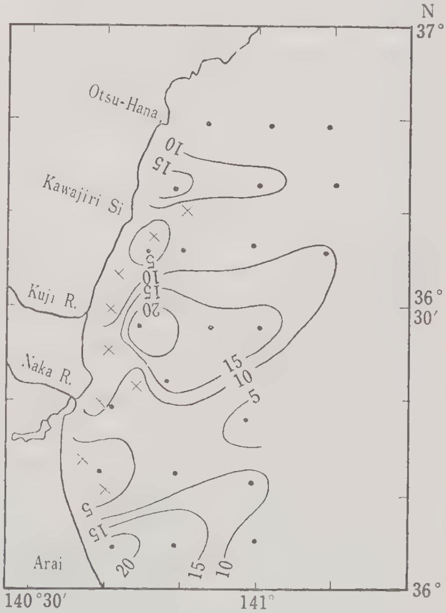


Fig. 40. Distribution of number of fish larvae. See footnote of Fig. 32 and App. TABLES 5 and 8 for relevant information..

濃密域は荒井沖（St. G 1，G 2，G 4），磯埼～久慈川河口沖（St. G 8，G 10，G 11，G 12，11，17）及び高萩沖（St. G 18，G 19）にあり，これらは何れも沿岸から沖合へとほぼ東西に3本の濃密帯として突出している．採集時刻，出現種類について検討すると，この3濃密帯は時刻による見かけの分布でもなく，又特定の優勢種によって形成されたものとも見られないようである．

蒼鷹丸の調査海域を魚卵の項に述べたと同様に距岸距離によって3水帯に分けて比較すると Fig. 41 に示

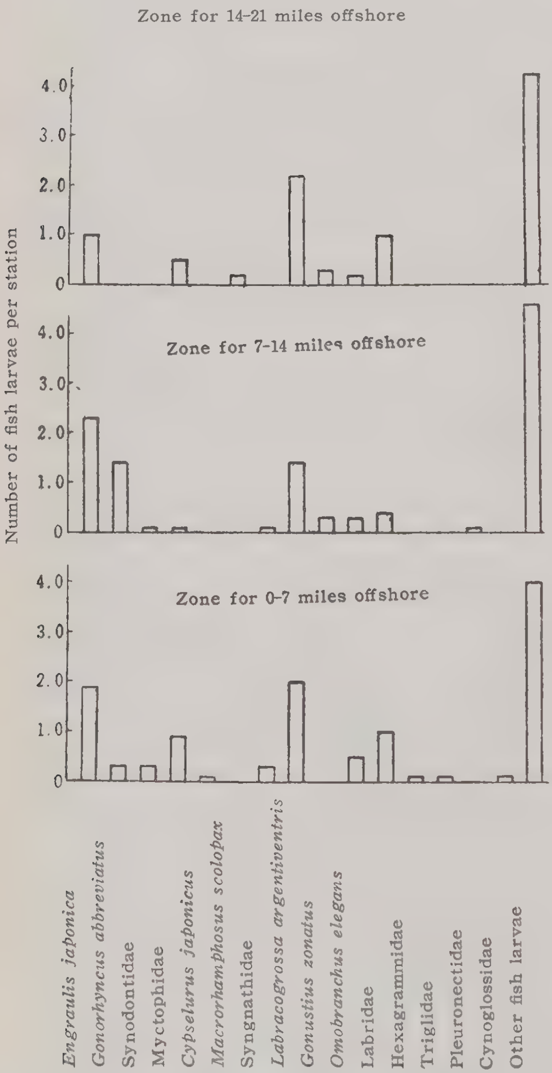


Fig. 41. Average number of fish larvae per station by group and by seaward zone based on horizontal surface tows by 1.3m-net of the R.V. *Soyo-Maru*.

すように，各水帯における1地点当り平均採集量は岸水帯に最も多く，沖合にゆくに従ってやや減少している．種類別にみると大別して3つの分布型が認めれる．すなわち沿岸から沖合にほぼ一様に分布する（例 *Labracoglossa argentiventris*, Labridae）；岸（0–7 mile）或いは沿岸及び中間（7–14 mile）水に多く沖合水帯に少い型（例 *Engraulis japonica*, *Gonorhyncus abbreviatus*, Synodontidae, Syngnthidae, *Omobranchus elegans*）；沖合水帯（14–mile）に多く沿岸水帯に少い型（例 *Gonustius zontus*, *Macrorhamphosus scolopax*）がある．

分布の量と質を他の年に比較すると，1954年11には此の海域の調査地点数は少いが余り相違がない又北海道から御前埼に至る広い海域に比較しても顕な差違があるとは認められない．

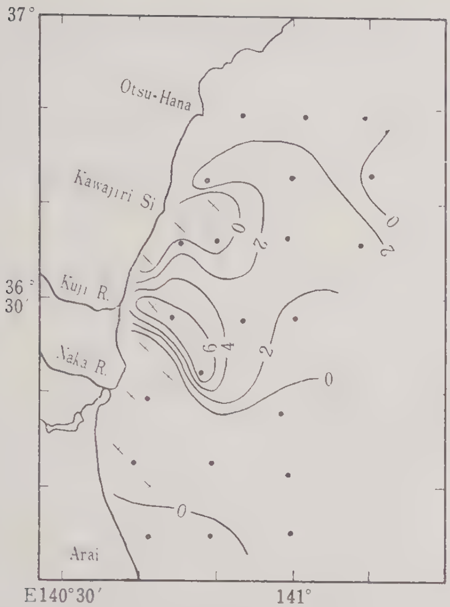
尚，常盤丸の45cmプランクトンネットB型の表水平採集の結果は魚卵の項にも述べたように当然1.m プランクトンネットの結果と一致している．

Engraulis japonica（Houttuyn）カタクチイワの分布を Fig. 42 によってみると，出現地点は採集地点31地点中16地点で，その分布域は勝下沖を除て調査海域全面に拡がっている．濃密域は久慈川河附近（St. G 8，G 12，20）にある．比較的多量に出した地点は濃密域及びその北東に拡がっている．しし最も多量に出現した地点でも採集量がわずか8尾あり，他の調査結果からみて今回の調査時期が本海における産卵末期にあたることを示している．本種卵は殆んど出現しなかったが稚仔の分布の形からみこの濃密域は本海域の中央部において産卵が行われものか，或いは海況との関連において集積されたもか充分明らかでないが，別途渡辺等（1957）によれこの海域は黒潮分枝の末端に当り，反時計廻りの渦の存在が推定されているから，一応その渦流による積が考えられる．

Labracoglossa argentiventris Peters タカベの布を Fig. 43 によってみると，出現した地点は16地で，カタクチイワシ同様調査海域の全面にわたってしかし散発的に分布している．もっとも多量に出現たのは那珂川河口東3浬の8尾である．5尾以出現した地点は南半部に多く5地点（St. G 1，G 5G 10，11，15）あるが，北半部には1地点（St. 33）けである．すなわち本種は久慈川河口以南の沿岸部多いが，北部及び沖合にも散発的に分布している．

b. 垂直採集物に現われた結果

45cmプランクトンネットA′型による全稚魚の分


37°
36° 30′
Otsu-Hana
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
6
E140°30′
141°

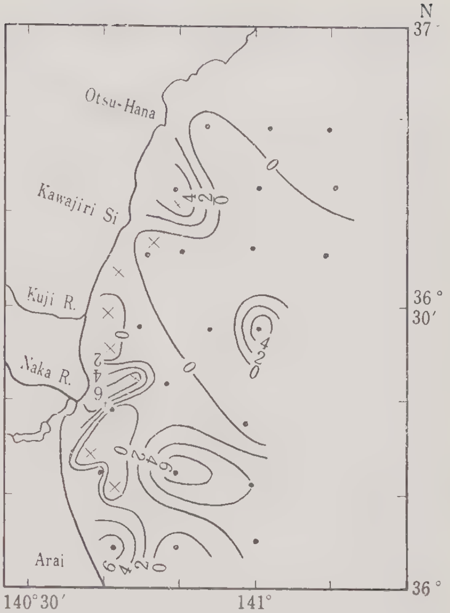

N
37°
36° 30′
36°
Otsu-Hana
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
2
4
6
140°30′
141°

Fig. 42. Distribution of number of anchovy larvae, *Engraulis japonica*.

Fig. 43. Distribution of larvae of *Labracogrossa argentiventris* in number.

See footnote of Fig. 32 and App. TABLES 5 and 8 for information relevant to these figures.

は Fig. 44 に示すように，本海域に広く出現している が，全く出現しなかった海域が大洗岬から高萩へかけ ての極く沿岸部にある．濃密域はこの出現しない沿岸 海域のすぐ外洋側すなわち久慈川河口から日立の沖合 約 5-10浬にあり，黒潮分枝突入の先端部にあたる．この分布状態を表面水平採集の結果と比較するとかなり相違している．しかし 45 cmプランクトンネットA′型によって得られた採集物は小型の稚仔のみに限られ，且つ稚魚の垂直分布にかなりはっきりとした傾きの存在することに起因したものと認められる．事実 t. G 12 における 60 cmプランクトンネットの各層水平採集物によれば Fig. 38 に示すように 0 m 層 59%，0 m 層 33%，30 m 層 8%と深度が増すに従って稚魚の採集量は急激に減少している．

Engraulis japonica (Houttuyn) カタクチイワシは勝下沖 (St. G 5)，久慈川河口沖 (St. G 10)，日立沖 (St. G 14) 及び高萩沖 (St. G 17) で計 5 尾出現しただけで他の季節にくらべ極めて少く，この結果も本種の産卵がすでに末期でああることを示している．

3. 稚魚についての概括及び考察

稚魚は64種採集され，そのうち 1.3 m プランクトンネットの表面採集によって 41 種，45 cm プランクトンネットA′型の垂直採集で35種である．

全稚魚分布は魚卵と異り，沿岸からほぼ東西に延びる3本の濃密帯が派出し，特に東海村地先に濃密である．これらの濃密帯は時刻による見かけの分布でも，又特定の優勢種によつて形成されたものとも認められ

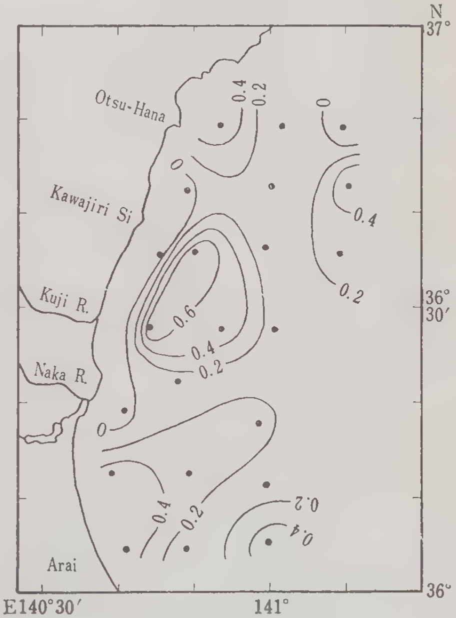

N
37°
36° 30′
36°
Otsu-Hana
Kawajiri Si
Kuji R.
Naka R.
Arai
0
0.2
0.4
0.6
E140°30′
141°

Fig. 44. Distribution of fish larvae in number per cubic meter of water.
See footnote of Fig. 37 and App. TABLE 1 for relevant information.

ない．一般的に云って東経 141° 以東の沖合には少い．魚種によって次の3つの分布型が認められる．すなわち，

沿岸から沖合水帯までほぼ一様に分布する型：*Labracoglossa argentiventris*, Labridae

沿岸水帯或いは沿岸～中間水帯に分布する型：*Engraulis japonica*, *Gonorhyncus abbreviatus*, Synodontidae, Syngnathidae, *Omobranchus elegans*

沖合水帯にのみ分布する型：*Gonustius zonatus*, *Macrorhamphosus scolopax*

である．稚魚の垂直分布は前記のように0m層に最も多く，深度が増すに従って一般に急減している傾向が認められる．

Engraulis japonica の分布をみると東海村地先に濃密域があり，前記のように濃密域形成には少くとも2つの原因が考えられるが，そのいずれであるかは詳かでない．*Engraulis japonica* の垂直分布は St. G 12 においては下層にゆくに従って減少しているが，St. G 15 では中層のみに出現し，表層及び下層には現われていない．しかし今回の採集量が非常に僅少でもあり，又此の程度の差異では何れの層に最も多量に分布しているということは明らかには云えない．

C. 成魚型魚類

成魚型魚類はビームトロールによつてのみ採集された．ビームトロールによる採集地点，曳網時間及び魚類の出現尾数を Fig. 45 に示した．採集は11月7日及び9日に5地点で実施され，その位置は久慈川河口沖及びそれ以北である．採集5地点のうち魚類が採集されたのは St. G 16 及び St. G 18 の2地点で，全採集尾数は13種89尾である．St. G 16 の位置は川尻埼東約21浬（水深 300 m）で，30分間曳網によって9種76尾採集された．又 St. G 18 は高萩東約13浬（水深 120 m）で，21分間曳網によって4種13尾採集された．これらの出現魚種目録は App. TABLE 9 に示されている．それに示されるように，採集物は殆んどが底棲性或いは深海性魚類である．

St. G 16 において最も多量に出現したのは *Sebastolobus macrochir*（Günther）キチジ 42尾（St. G 16 の全魚類の 55％，全長 80～120 mm），次いで *Lycodes caudimaculatus* Matsubara イレズミガジ 25尾（33％，全長 69～210 mm）で，この2種によって約 90％ を占めている．その他の魚類はそれぞれ1～2尾採集されたに過ぎない（Plate III 参照）．

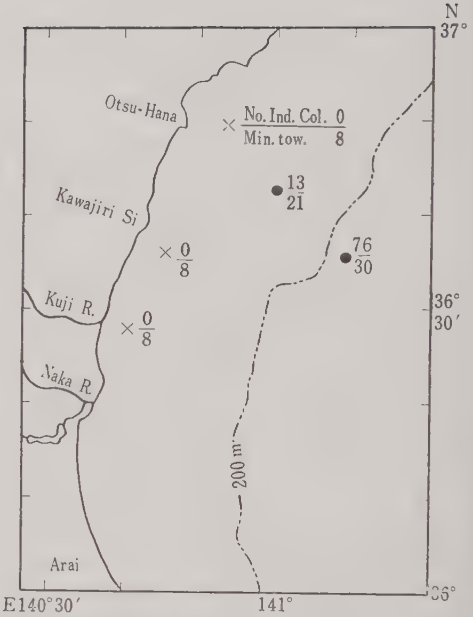


Fig. 45. Number of adult forms of fish collected at various stations by beam trawl of the *Soyo-Maru*.
Number of individuals collected and the length of towing time (minutes) are indicated by placing the former above the latter.
● Occurring stations
× Non-occurring stations

今迄に知られている分布域は，松原（1936, 1955）によれば，キチジは駿河湾～北海道，イレズミガジ，よ
銚子～高知である．今回の出現位置は，前者はこの種
の分布域の南限に近く，後者は殆んど北限とみられる．
これらの外に今回出現した種類を今迄判明しているそ
の種の分布域からみて，南限に近いと認められるもの
に *Aptocyclus ventricosus*（Pallas）ホテイウオ，*Zestichthys tanakai* Jordan et Hubbs カンテンゲンゲ，*Stichaeus grigorjewi* Herzenstein ナガヅカの3種，ほぼ北限と認められるものに *Bathygadus nipponicus*（Jordan et Gilbert）ツカイダラ，*Physiculus japonicus* Hilgendorff チゴダラ，*Lycogramma zesta*（Jordan et Fowler）シロゲンゲの3種がある．すなわち St. G 16 は親潮系の北方型と黒潮系の南方型が同時に出現し，此の海域は南北両型の混棲海域と認められる．

St. G 18 で最も多量に出現したのは *Suruga fundicola* Jordan et Snyder ヤミハゼ8尾（St. G 18 全魚類の 62％，全長 46～82 mm），次いで *Lotella maximowiczi* Herzenstein エゾイソアイナメ 3尾（23％

全長 54～100 m）である．これらの種類は松原（1955）によれば太平洋岸に広く分布する種類で，鹿島灘はその分布域のほぼ中間に当っている．

St. G 16 と G 18 の距離は僅かに 10 浬で比較的近いにもかかわらず，両地点の出現魚種間に全く共通性がない．この魚種間の相違は恐らく St. G 16 は大陸棚斜面（水深 300 m）にあるに対し，St. G 18 は大陸棚上（120 m）にあって深度，温度等の環境条件が異るために生じたものと認められる．又岸からそれぞれ約 5 浬程度沖合の St. G 12，G 13，G 20（水深 44～55 m）において魚類は採集物中に全く出現していない．

V. ベントス

(Plates IV，V)

蒼鷹丸による新野式ドレッヂのベントス採集は，St. G 1（20 m），G 3（230 m），G 5（65 m），G 7（32 m），G 11（88 m）に於いて行われ，ビームトロールによる採集は St. G 12（44 m），G 13（55 m），G 16（300 m），G 18（120 m）及び G 20（44 m）において行われた．ベントス試料の採集要目，及び採集物全種に就いての地点別総目録は，TABLE 1 及び App. TABLE 9 に示した通りである．又，常盤丸によるベントスの採集要目については TABLE 2 に掲げた通りであるが，常盤丸によっては App. TABLE 10 に示したように Mollusca，Cirripedia の死殻が採集されたにすぎないので，此処では蒼鷹丸の資料に就いてのみ述べる．

採集器具による採集能力，海底の状況によっての効果，曳航時間などの点で地点毎に相違があるので，各地点の採集物に就いて定量的に論議をすすめるのには適当でないと考えられるが，一応この海域における底棲動物相の一端を窺い知り得るものと思う．

今回採集同定されたベントスは全 phylum を通じて 78 種である．ベントスは大部分の地点において，貝類を主体とする Mollusca（総種数 26；うち Cephalopoda 2 種，Gastropoda 16 種，Scaphopoda 3 種，Pelecypoda 5 種），ウニ・ヒトデを主体とする Echinodermata（総種数 17；うち Holothuroidea 1 種，Echinoidea 5 種，Asteroidea 7 種，Ophiuroidea 4 種）及び十脚類を主体とする Crustacea（総種数 20 種）によって構成されていた．St. G 16 及び St. G 18 においてはビームトロールによって 13 種の魚類及び中層又は表層に分布する Macrura，Mysidacea，Amphipoda，Euphausiacea などの Crustacea が採集されたが，それらについてはプランクトン又はネクトンの項で述べられている．又，底棲性 Annelida，Hydrozoa は極めて僅かな種類が稀に得られたにすぎない．貝類の遺骸は St. G 5，G 7，G 12，及び G 16 から多量に採集された．鹿島灘に於ける貝類の種類，分布に関しては従来多数の人が種々の意見をのべているので，それ等を詳細に検討するため，“はしがき”に述べられたように奥谷（1957）によって特に別途報告されている．

1. 種類組成と分布

今回の採集品について大雑把に沖合・中間・沿岸の 3 地点群に分け，その出現種のうち特徴的なものを挙げてみる．

今回の採集地点のうち，St. G 16 と St. G 3 が沖合部の地点である．St. G 16 は採集深度が最も大で且つビームトロールの曳航時間も 30 分にわたり，この地点では全採集地点中種類・個体数とも最も多く採集された．

この地点では前述のように *Sebastolobus macrochir* (Günther) キチジ，*Lycodes caudimaculatus* Matsubara イレズミガジ を主体とする 9 属 9 種 76 尾の Pisces 及び *Sergestes nipponensis* Yokoya（399 個体），*Spirontocaris spathulirostris* Yokoya（54 個体）を始め Macrura 5 種，Mysidacea 1 種，Amphipoda 2 種，Cumacea 1 種，Enphausiacea 1 種を含む Crustacea が採集された．

ベントス中，Echinodermata は Temnopleuridae (?) に属するウニの 1 種（Pl. IV，Fig. 6 に示したもの，同定未了）（53 個体）及び *Mediaster arcuatus* (Sladen)，*Solaster borealis* (Fischer) アカニチリンヒトデ，*Ctenodiscus crispatus* (Rezius) などの中型の Asteroidea（合計 18 個体）によって代表されている．Mollusca は *Polypus dofleini* (Wülker) ミズダコ（4 個体），*Rossia pacifica* Berry ボウズイカ（5 個体）の他中型の Gastropoda が多量に得られた．中でも *Lischkeia argenteonitens hirasei* Taki et Otuka ヒラセギンエビス（66 個体），*Buccinum leuco-*

stoma Lischke シライトマキ（46 個体）及び *Volutopsius middendorffi hirasei* Pilsbry リクゼンボラ（10 個体）が代表的なもので，其の他 *Neptunea*, *Japelion*, *Fulgoraria* 等が少数採集された．巻貝の空殻は大部分 *Eupagurus* に属する歪尾類によって占拠されている（38 個体）．その他底棲性甲殻類としては，*Chionoecetes opilio* O. Fabricius ズワイガニ（26 個体）が比較的多数採集された．これは魚類，*Buccinum* と共に食用価値があるが，いずれも甲幅 30～40 mm 前後の小型の個体である．

沖寄りの他の1地点である St. G 3 における採集深度は 230 m，ドレッジの5分間曳航採集であったが採集物には St. G 16 と共通的なものは見られず，主として Spatangoidea, Echiuroidea であつて，特にこの地点では他に類例を見なかった Cyclostomata の1種，*Eptatretus okinoseanus* (Dean) ムラサキヌタウギが見られた．

沖合帯と瀕岸帯との中間の海域に属する地点としては St. G 5, G 11, G 18 がある．そのうち St. G 5 は深度 65 m でドレッジが2分曳かれた．採集物の主要種は *Dentalium weinkauffi* Dunker ツノガイ，*Dent. makiyamai* Kuroda et Kikuchi ロウソクツノガイなどの Scaphopoda であって，Pelecypoda の死殻には Taxodonta に属するものが多く，Ophiuroidea 2 種，Spatangoidea 2種を得た．中間帯に属する上記3点の海底の水温は比較的近似であるが，fauna に関連性うすく，ただ *Echinocardium cordatum* (Pennant) オカメブンブクと *Lovenia* sp. (Pl. IV, Fig. 1) が St. 5 と St. 18 で夫々前者が 6 及び 7，後者は両地点で共に3個体採集されたにすぎない．St. G 11においては両種とも採集されず，Polychaeta 及びヤギ類を以て代表されている．尚，St. G 18 に於いては *Holothuria* sp. (Pl. IV, Fig. 2) 及び *Distolasterias nipon* (Döderlein) (Pl. IV, Fig. 7) が多数得られた．

瀕岸帯に属する地点群としては St. G 1, G 7, G 12, G 13 及び G 20 で，このうち St. G 7 と St. G 12 では貝類の遺骸が多数採集された．遺骸の構成種群は，St. G 7 においては，主として Kuroda and Habe (1952) による 36°-40°N 附近に分布するもので，St. G 12 においては *Chlamys vesiculosus* (Dunker) ヒヨクガイ，*Irus macrophyllus* (Deshayes) ハネマツカゼ等の暖流系群と *Pseudogrammatodon dalli* (Smith) シコロエガイ，*Callitharca adamsi* (Reeve) エゾヌノメなどの寒流系群の遺骸が混在している．これらの地点群における fauna の代表的なものは，St G 1（20 m）ではオカメブンブク，St. G 7（32 m）では同じくオカメブンブク，*Dorippe granulata* (de Haan) サメハダヘイケ及び *Myurella bathyraphe* (Smith) イボヒメトクサ，*Pecten albicans* Schröter イタヤガイ等の貝類，St. G 12（44 m）では貝類，及びカイメン類，イソバナ類，St. G 13（55 m）では *Luidia quinaria* Martens スナヒトデ等，St. 20（44 m では St. G 13 で出現したスナヒトデを始め St. G 1 に出現した *Mediaster arcuatus* (Sladen), St. G 1 で出現した *Persephonaster euryactis misakiensis* Goto モミジモドキなどの中型のヒトデ類4種，及び *Charybdis bimaculatus* (Miers) フタホシイシガニ などすべて Eulittoral のものである．

採集を行った全地点に就いて共通に出現した種類は全 phylum を通じて1種もみられないが，前述のように数種の Asteroidea などが2地点間に共通に見出された外オカメブンブクが St. G 1, G 3, G 5, G 7 及び G 18 において，1乃至数個体宛採集されたのがむしろ異例である．

2. 分布環境に関する考察

底棲生物採集地点における海底の地形と水温はFig 46 に示した通りで，今回の調査に於いて最も深度の大きい St. G 16 においては 4.37°C であった．この地点の表層は 22.3°C という高い水温であるにも拘らず，底の水温は上記のように極めて低く，その底水はいわゆる下層冷水であって，浅い所のように暖水と冷水が繁く消長・交流しているのではなく，大体恒常的に低水温であると思われる．すなわち G 16 に於いてヒラセギンエビス・シライトマキに混って得られた *Neptunea*, *Volutopsius*, *Japelion*, *Dermatomya* といった貝は更に北方に分布域を持つもので，死殻相は暖水系種はなく *Ancitrolepis* やその他の冷水系群によって構成されている．このことはこの地点附近は相当の期間環境の変化が余り無かったことを示すように思われる．

これに較べて沿岸部の St. G 12 では前に述べたように暖寒両水性の遺骸群が混在している．死殻はその性状から，波部（1956）の分類による同相自生的なものと判断され，その場所で暖流の優勢な時に棲息したものの遺骸と寒流の優勢な時に棲息した貝類の遺骸であろう．従ってこのような所では暖寒流の消長による環境の変化が大きく，それに従って fauna の変化が見られるものと推定される．

一方，那珂川口に近い St. G 7 における貝類の遺骸

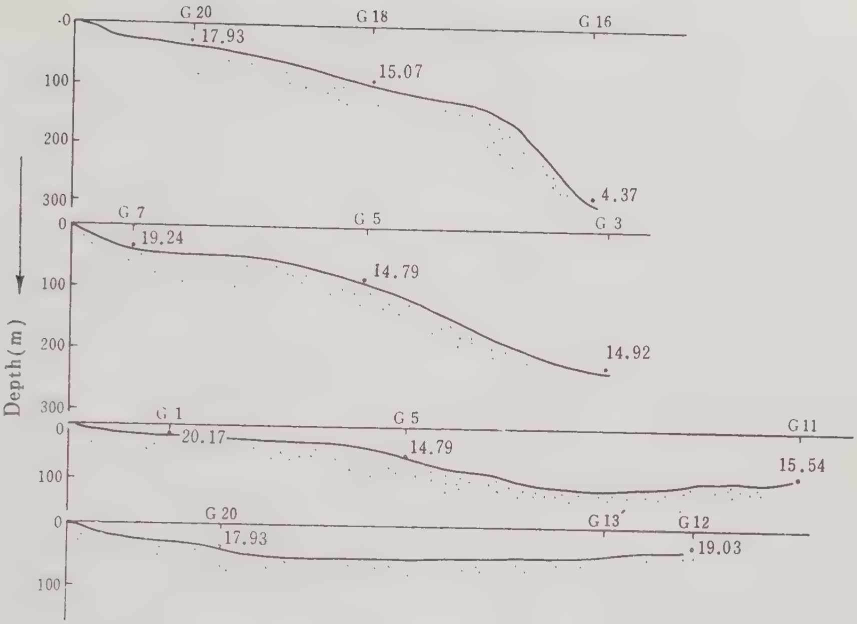


Fig. 46. Cross sections of the sea bottom through the stations. Numerals placed above the sea level indicate station numbers, and those on the bottom, temperature (°C) at the depth.

前述のように主に36°-40°N 附近に分布域を持つもによって構成されていて，死殻の保存状態，その他性状から St. G 12 におけるそれのように自生的なのでなく，むしろ那珂川の河口にあって粒度が他の何なる地点よりも粗いという点からも渦流などのよな流れのためにかなり Sorting されたものと考えれる．又死殻のうちには淡水性の *Corbicula leana* rime マシジミの死殻が数片見出されたから，此処に殻を集積した営力は陸水の流入に由来する公算が大，もしそうでないとしても陸水から由来するシジミ死殻片程度のものは，この地点迄運搬集積されるよな環境変化の大きい所であると判断される．前に述た St. G 12 が久慈川口にあたっているが，遺骸相は陸水の影響に関しては明瞭でなかった．

ベントス全般にわたっていえば，いわゆる沖合帯の fauna は archibenthal（例えば，St. G 16 におけるキチジ-イレズミガジ-ヒラセギンエビス-シライトマキ-ズワイガニ群集），中間帯のそれは sublittoral（又は neritic の下部：例えば St. G 18 に於ける *Holothuria-Echinocardium-Distlasterias* のような群集）沿岸帯のそれは eulittoral fauna であった．しかし，各地帯の中でも種類について共通性が少なく，数地点に共通出現したものは僅かにオカメブンブク只1種であった．

以上の事実からみて，今回調査対象になったようなベントスは深度，水温，底質などの環境の差によって著るしく，その組成が変化する特徴をもっているといえよう．

VI. 海洋生物の放射能

1. 放射能測定値の概要

放射能測定材料の採集に関する諸要目，すなわち採場所，水層，時，網；供試生物に関する諸要目，すわち個体数，大きさ，湿重量；又放射能測定についの諸要目，すなわち測定の日時，供試湿重量，同灰重量及び得られた測定値（cpm）等をプランクトン，ネクトン，ベントスについてそれぞれ App. Tables 11，12，13 に示した．

今回の調査において測定に供された試料は湿体のものもあり灰もある．又測定の供試重量は，採集量に不

充分の場合があったことや研究の必要上などの事情によって必ずしも一定でない．従ってこれ等の測定値をもってそのまま直ぐに試料生物の放射能の比較に用い得ないことは云う迄もない．只測定重量，測定時の試料の状態，すなわち湿体・灰のいずれか，測定値の精度等の条件に応じて試料種類の放射能の比較も或る程度可能と考えられる．

そのような考えの下にこれ等測定値を生物群（プランクトン，ネクトン，ベントス）別及び試料重量階級別に整理して TABLE 3，TABLE 4 に示した．その概要は次の通りである．

TABLE 3 に示されるように湿体によって測定された 34 試料の各々の重量は殆んど 1 gr 以上であるが，プランクトン，ネクトン，ベントスとを問わず，すべて cpm 測定値（バックグランドを差引いた値）は $2\sigma_e$ 以下であり，一応有意性は認められない．

TABLE 4 によれば灰によって測定された 52 試料中 cpm $> 2\sigma_e$ のもの，すなわち有意性が認められたものは 19 試料で，残りの 33 試料は cpm $< 2\sigma_e$ となって有意性が認められない．

プランクトンは 22 試料であるが，そのうち 0.5
以上の灰が測定に用いられたものは僅かに 2 試料に
ぎず，この 2 試料のみ cpm $> 2\sigma_e$ を示した．17 試
の灰の重量は 0.1 gr 以下である．プランクトンに
いて有意の cpm を得た試料の極めて少なかった理
は試料の灰量が充分に得られなかったことによると
われる．

ネクトンは 5 試料（生物 5 種，中 2 試料が cpm
$2\sigma_e$ であるが，これも残りの 3 試料の灰量は 0.05
以下の僅少量であった．従って灰の試料が充分に得
れれば cpm の値は有意とならないとは云えない．

ベントスは 18 種 25 試料と云う比較的多数の材料
測定されたが，そのうち灰量 0.05 gr 以下のもの 4
の cpm に有意性が見られなかった外に，灰量 1 gr
上のものでも cpm $< 2\sigma_e$ のものが 6 試料あった．

要するに今回の試料ではプランクトン，ネクトン
0.5 gr 以上の灰が得られたもので cpm $< 2\sigma_e$ を示
たものはないが，ベントス中には 1 gr 以上の灰が

TABLE 3. Summary of Radioactivity (cpm) of Wet Samples.

Kind of sample	Weight of sample	Number of sample	Sample with cpm $> 2\sigma_e$	Kind and number of sample with cpm $< 2\sigma_e$
Plankton （プランクトン）	0.5–1.0 gr	3	0	Mixed plankton : 2 （混合プランクトン） *P.p.u.* カツオノエホ.
	1.0 gr<	20	0	Mixed plankton : 18 （混合プランクトン） *S.n.*（サクラエビの一種） *V.l.*（カツオノカンムリ）
	Subtotal	23	0	
Nekton （ネクトン）	0.64 gr	1	0	*M.a.*（ススキハダカ）
	1.0 gr<	3	0	*S.m.*（キチジ） *L.c.*（イレズミガジ） *R.p.*（ボウズイカ）
	Subtotal	4	0	
Benthos （ベントス）	1.0 gr<	7	0	*D. n.*（ヒトデ類） Zygophiurae（クモヒトデ類） *L.a.h.*（ヒラセギンエビス） *B.l.*（シライトマキ） Polychaeta（ゴカイ類）
Total		34	0	

Abbreviations of scientific names appearing from upper to lower.

P.p.u.	*Physalia physalis utriculus*
S.n.	*Sergestes nipponensis*
V.l.	*Velella lata*
M.a.	*Myctophum affine*
S.m.	*Sebastolobus macrochir*
L.c.	*Lycodes caudimaculatus*
R.p.	*Rossia pacifica*
D.n.	*Distolasterias nipon*
L.a.h.	*Lischkeia argenteonitens hirasei*
B.l.	*Buccinum leucostoma*

TABLE 4. Summary of Radioactivity (cpm) of Ashed Samples.

ind of ample	Weight of sample	Number of sample	Sample with cpm $> 2\sigma_e$		Sample with cmp $< 2\sigma_e$	
			Number	Kind of sample	Number	Kind of sample
lankton ランクトン）	0.10 gr>	17	0		17	M.P.（混合プランクトン）: 14 *P.p.u.*（カツオノエボシ） *S.n.* No. 1（サクラエビの一種） *V.l.*（カツオノカンムリ）
	0.11–0.20 gr	4	1	G12 M.P. from various depths（G12 各層混合プランクトン）	3	M.P. from various depths: 3（各層混合プランクトン）
	0.33 gr	1	1	*S.n.* No. 2（サクラエビの一種）	0	
	Subtotal	22	2		20	
ekton クトン）	0.05 gr>	4	1	*S.m.*（キチジ）	3	*M.af.*（ススキハダカ） *L.c.*（イレズミガジ） *R.p.*（ボウズイカ）
	0.33 gr<	1	1	*P.j.*（チゴダラ）	0	
	Subtotal	5	2		3	
enthos ントス）	0.05 gr>	4	0		4	*H.* sp. No. 1（ナマコ類） *Zy.*（クモヒトデ類） *L.a.h.*, S.B. No. 1（ヒラセギンエビス軟体） Polychaeta（ゴカイ類）
	0.10–0.20 gr	3	3	*L.a.h.*, I.（ヒラセギンエビス内臓） *B.l.*, I.（シライトマキ内臓） *B.l.*, M.（シライトマキ筋肉）	0	
	0.21–0.30 gr	1	1	*L.a.h.*, M.（ヒラセギンエビス筋肉）	0	
	0.31–0.40 gr	2	2	*C.o.*（ズワイガニ） *L.a.h.*, S.B. No. 2（ヒラセギンエビス軟体）	0	
	0.41–0.50 gr	2	2	M.G.（巻貝5種混合試料） *Reniera* sp.（イソカイメン類）	0	
	1.0 gr<	13	7	*H.* sp. No. 2（ナマコ類） *S.b.* No. 2（アカニチリンヒトデ） *M. ar.*（ヒトデ類） *E.* sp.（ヤドカリ類） *L.a.h.*, S.M.（ヒラセギンエビス外套膜中の砂） *L.a.h.*, S. No. 2（ヒラセギンエビス貝殻） *B.l.*, S.（シライトマキ貝殻）	6	*T.* sp.（サンショウウニ類） *T.r.*（ハリサンショウウニ） *Lovenia* sp.（ヒラタブンブク類） *S.b.* No. 1（アカニチリンヒトデ） *Distolasterias nipon*（ヒトデ類） *L.a.h.* S. No. 1（ヒラセギンエビス貝殻）
	Subtotal	25	15		10	
otal		52	19		33	

Note ;–When different amounts of the same sample were determined twice or more at cpm $> 2\sigma_e$, the minimum weight of the sample is shown and in case of cpm $< 2\sigma_e$, the maximum weight. When a number of individual samples belonging to the same species were separately determined, the number of the samples is indicated after their names.

Abbreviations of scientific names. (In alphabetical order):

B.l., *Buccinum leucostoma*; *C.o.*, *Chionoecetes opilio*; *E.* sp., *Eupaguras* species; *H.* sp., *Holothuria* species; *L.a.h.*, *Lischkeia argenteonitens hirasei*; *L.c.*, *Lycodes caudimaculatus*; *M.af.*, *Myctophum affine*; *M.ar.*, *Mediaster arcuatus*; M.G., mixed Gastropoda; M.P., mixed plankton; *P.p. u.*, *Physalia physalis utriculus*; *P.j.*, *Physiculus japonicus*; *R.p.*, *Rossia pacifica*; *S.m.*, *Sebastolobus macrochir*; *S.n.*, *Sergestes nipponensis*; *S.b.*, *Solaster borealis*; *T.r.*, *Temnopleurus reevesii*; *T.*sp., *Temnopleurus* species. *V.l.*, *Velella lata*; *Zy.*, Zygophiurae.

Abbreviations of the names of organs appearing in capital Roman after the scientific names. (In alphabetical order):

I., internal organ of; M., muscle of; S., shell of; S.B., soft body of; S.M., sand found in mantle cavity of.

定されたものでも有意の値を示さなかったものが6試料あり，又有意の値が得られたものでも cpm に相当の不同のあることは一応注意すべきであろう．この cpm の著しい不同は日本原子力研究所保健物理研究部（1956 b）の東海村沖資料によっても，又その結果と今回の結果（後出灰分 0.5 gr に対する値を参照）を比較しても明らかである．各生物群別に大体の比較を行えば次の通りである．

a. プランクトン

湿体のまま測定されたプランクトンは7地点の 0，10，30 m 層別20試料（各種プランクトン混合物）と単一種別に測定の行われた ***Vellela lata*** カツオノカンムリ，***Physalia physalis utriculus*** カツオノエボシ，***Sergestes nipponensis*** サクラエビの一種の合計9地点23試料である．

これ等湿体試料の供試重量は3例のみ 1 gr 以下（0.55 gr 以上）で他の20試料は 1 gr 以上（1.09～2.04 gr）である．これ等の cpm 測定値は前にも触れたように総べて標準偏差（±1.2～±1.3）の2倍に達するものはなく，極めて低い値のみが得られている．

水産庁調査研究部（1955 a，b，1956）発表の俊鶻丸調査結果によれば1954年ビキニ環礁附近において湿体プランクトン 0.10 gr によって cpm 1132 と云う巨大値の得られた場合もあり，一般に著しい高値が示されている．又，北緯20° 以北の日本南方黒潮域においてはプランクトン13試料中湿体 0.68 gr で 10 cpm，0.1 gr で 8 cpm 等の値が得られ，1956年5月～6月における31試料でも湿体 1.00 gr で 7.8 cpm，6.2 cpm 等の値が示されている．

すなわちプランクトン湿体試料によっても爆心域ではその放射能は極めて高い値を示したのに対し，爆心域を相当離れた日本南部黒潮域では著しく値が低下している．しかしながら，この値も同年11月行われた今回の調査試料の値に比べると必ずしも低いとは云えない．

灰化測定されたプランクトンの試料は湿体によ
測定された試料，或はそれと同一の曳網採集物で
て，各種プランクトンの混合物18試料，単一種3
4試料，計22試料である．そのうち測定に供さ
灰の重量が 0.02 gr 以下の場合は17試料である
これ等はすべてその cpm 測定値が標準偏差の2
達せず有意性を示していない．

灰の重量が 0.1～0.2 gr の場合は1，2月中の
では St. G 20，G 22 の2試料，G 3～G 22 の各
層混合物の1試料，及び4月18日測定の St. G 1
3層混合物の都合4試料であるが，始めの3試
cpm は夫々 1.9±1.7，1.4±1.7 及び 0.2±1.5
れもその測定値に有意性が認められない程放射能
い．上記原研保健物理研究部（1956）によると31
月4日東海村瀕岸水深 8～10 m で採集されたプ
クトンの中には灰の重量 0.02 gr で 6.3±2.4，
0.11 gr で 6.9±2.3，及び灰量 0.18 gr で 7.2±
の β activity が測定されている．この結果に比
と今回の値はかなり低いと云わなければならない．

次に St. G 12 の 0，10，30 m 層混合試料は2
日においては灰量 0.5036 gr で測定されたが，
cpm は 11.9±1.7 であり，4月18日の測定では
gr によっても 3.6±1.5 の cpm が得られた．
試料は混合プランクトン中有意の値を示した只1
ものである．このプランクトンの種類の組成を A
TABLE 3 の値から各生物重量百分率によってみ
下表の通りである．なおこの組成調査の試料は本
で各層2回宛採集されたもののうちの1回分で，
1回分が放射能の測定に用いられた．

すなわち各層を通じ Copepoda が 42～56 %で
を形成し，次いで Sagittoidea が多く，この両生
60～90 %を占めている．詳細な出現種（動物種
種以上）及びそれ等の個体数は App. TABLE 4
してある．

St. G 16 においてビームトロールで漁獲された

St. G 12 各層水平採集物組成（湿重量%）

	0 m	10 m	30 m	代　表　種	
Copepoda	42.9	54.7	56.4	*Calanus finmarchicus*	（ヒダリアシナガカラミジン
Sagittoidea	19.8	40.6	35.7	*Sagitta enflata*	（フクラヤムシ）
Decapoda	19.8	1.5	1.4	*Leptochela gracilis*	（ソコシラエビ）
Fish egg & larvae	1.5	0+	0+		
Diatomaceae	0+	0+	0+		
其の他	(16.0)	(3.2)	(6.5)		
計	100.0	100.0	100.0		

stes nipponensis サクラエビの1種 No. 2 は，2 9日の測定において灰量 0.8459 gr で cpm 18.5± 6 と云うプランクトンとしては最高の値が得られ．なお，4月18日 0.33 gr の灰でも cpm 8.6±1.5 示し，5月11日同じく 0.33 gr で cpm 8.4±0.9 が定されている．

b. ネクトン

ネクトンは湿体としては St. G 16 においてビームロールによって漁獲された魚類3種，すなわち *Mycphum affine* ススキハダカ，*Sebastolobus macroir* キチジ，*Lycodes caudimaculatus* イレズミガジび軟体動物の1種 *Rossia pacifica* ボウズイカ計4であるが，その cpm の値は何れも標準偏差を超えものはなく有意性は認められない．

灰化測定の行われた試料は上の4種の外にそれと同曳網で得られた魚類 *Physiculus japonicus* チゴダがあり，都合5種である．これ等のうち測定されたの重量が 0.01 gr のボウズイカ，0.05 gr のススキダカ，イレズミガジは cpm が何れも標準偏差以下放射能のカウントは有意と認められない．しかしキジの場合は灰が 0.05 gr 用いられた場合でも 3.2± 4 (1月22日測定）の cpm を示し一応標準偏差の倍を超えているが，1.17 gr の灰では cpm の値は月9日測定分 12.0±1.8，4月25日測定分 10.1± 6，0.33 gr でも 4.8±0.8（この期間内には外に詳く測定された）が得られ，それ等の放射能は何れもらかに有意性を示している．

チゴダラでは 1.00 gr の灰によって cpm 18.0±1.8 云うネクトン中（従って魚類中）最大の放射能の値現われ，0.33 gr でも 4月17日には cpm 8.6± ，5月13日 cpm 7.4±0.8 が得られている．

c. ベントス

ベントス中湿体として測定されたものは St. G 16, 8 でビームトロールによって得られたウニ類1種，デ類1種，巻貝類2種（内臓，筋肉等に分割した 4試料)，ゴカイ類1種，都合5種7試料である．定試料の湿重量は総べて 1 gr 以上であるが，cpm 何れも標準偏差の2倍を超えるものはなく，それ等放射能は有意と認め得ない．

灰化測定の行われた試料は St. G 16，G 18 におけ漁獲物中上の諸試料を含めてナマコ類1種，ウニ類種，ヒトデ類4種，カニ類1種，ヤドカリ類1種，6種，多毛類1種の外に St. G 12 におけるビーロール漁獲物のカイメン類1種，計18種である．，*Holothuria* sp. ナマコ類の1種，*Solaster borealis* アカニチリンヒトデ，*Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビスの軟体及びその貝殻についてはそれぞれ別個体の灰化測定を行ったので，これらは2試料ずつとなり(このような場合試料名に No. を附して区別)，巻貝については5種類混合したもの，又貝殻，肉，内臓に分別したものもあって，これ等を加えると測定の数は 25 となっている．

これ等18種25試料のうち St. G 16，G 18 における *Temnopleurus* sp. サンショオウニ類の1種，*Temnopleurus reevesii* ハリサンショウウニ，*Lovenia* sp. ヒラタブンブクの1種，*Solaster borealis* アカニチリンヒトデ No. 1, *Distolasterias nipon*, *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス貝殻 No. 1 の計6種は何れも 1 gr 以上の灰が用いられているが，それ等の cpm は標準偏差の2倍以下で放射能に有意性が認められない．もっともそれ等のうちアカニチリンヒトデ，ヒラセギンエビス貝殻 No. 2 は 1.0 g を用いてそれぞれ cpm 5.7±1.7，2.6±1.3 が得られ極めて微弱ながら有意性が認められた．従って 1 gr 以上の灰が用いられて有意の cpm が全く得られなかったベントスは全試料中4種（サンショオウニ類の1種，ハリサンショウウニ，ヒラタブンブク類の1種，ヒトデ類の1種）で何れも炭酸石灰質に富むもののみである．

用いられた灰の量が 0.05 gr にとどまった Polychaeta（多毛類の1種)，Zygophiurae クモヒトデ類の1種，*Holothuria* sp. No. 1 ナマコ類の1種，*Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビスの軟体 No. 1 の cpm は有意性を認めない．

残りの試料，すなわち *Mediaster arcuatus* ヒトデ類の1種，*Eupagurus* sp. ヤドカリ類の1種，*Chionoecetes opilio* ズワイガニ，*Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビスの外套膜中の砂，同筋肉，同内臓，*Buccinum leucostoma* シライトマキの貝殻，同筋肉，同内臓，*Reniera* イソカイメン類の1種及び同種類でも別個体の測定された *Holothuria* sp. No. 2 ナマコ類の1種，*Solaster borealis* No. 2 アカニチリンヒトデ，*Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビスの貝殻 No. 2，同軟体 No. 2，*Philine japonica* キセワタ，*Volutopsius middendorffi hirasei* リクゼンボラ，*Fulgoraria prevostiana magna* オオヒタチオビ，*Neptunea constrica* チヂミエゾボラ，*Buccinum leucostoma* シライトマキの5種を混合した1試料等は，特に少量の灰が用いられた以外は何れも有意の cpm を示した．

上に示したように今回の結果では一般に炭酸石炭に富むウニ類，ヒトデ類，貝類の貝殻部の放射能の値は明らかに低い．この傾向は U.S.A.E.C.(1950) による 1949 年 7～8 月のビキニ近海の場合でもほぼ同様である．なお，貝類の体の部位による放射能の差異については後に詳細に述べる．

2. 灰の量と cpm の関係（各試料放射能の比較）

前項において各生物について極めて大まかな比較をしたが，適切な比較のためには少くとも試料灰の量を一定として測定する必要があると認められる．この場合の条件として灰量が測定精度を確保し得る範囲にあるべきことは云うまでもない，しかし今回は混合プランクトン，シライトマキその他の諸試料の中には必ずしも試料の採集量が充分でないものもあり，なお又測定値の精度を高く保つ必要から測定に際しなるべく多量（1 gr <）の灰を測定に供した場合もある．従ってそれ等の測定値は各生物の放射能の適切な比較には充分でない．よって放射能の比較的高いものについて，適切な一定の灰の量に対する cpm の推定比較を目的とし，cpm の変化の曲線を求めるために灰量（正確には厚さ）と cpm の関係を App. Tables 11，12，13 中の資料によって検討した．

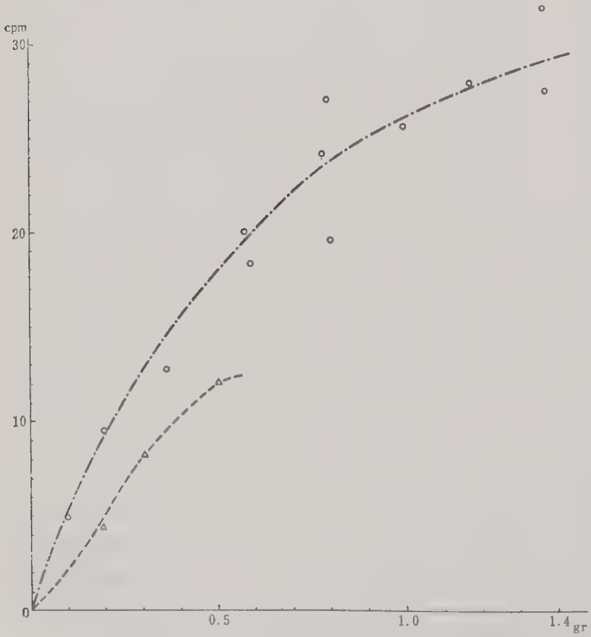


Fig. 47. Relationship between weight and cpm of ashed samples —I.

○ Internal organ of *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス内臓.

△ Mixed plankton 混合プランクトン.

2 月11日の測定によるヒラセギンエビス内臓，及混合プランクトンについて灰量と cpm の関係曲線 Fig. 47 に，4 月 17 日～5 月 14 日測定によるチゴラ，キチジ，ズワイガニを Fig. 48 に，混合プラントン，サクラエビを Fig. 49 に，ヒラセギンエビ（軟体），同内臓，シライトマキ内臓，同筋肉を Fi 50 に夫々示した．

以上のうち Figs. 48，49，50．中キチジ，チゴラ，サクラエビ，ヒラセギンエビス内臓，シライトキ内臓の大型マークで示された点は測定に際し特にい精度を得るためにバックグランドと試料の測定を互に 10 分間宛くり返し，合計バックグランド 80 分試料 80 分間測定が行われたもので，その値の標準偏は 0.8～1.0 の範囲にある．これ等の値の精度を考して手法で描かれた各曲線が試料の厚さと cpm にする理論式に基づき，且つこの場合灰の重さに比例ると仮定し

$$N=\frac{a_0}{\mu}(1-e^{-\mu\omega})$$

N: 試料重量 ω から測定される強さ，a_0: 単位重当り一定の放射能の強さ，μ: 試料の吸収係数，試料の重量．

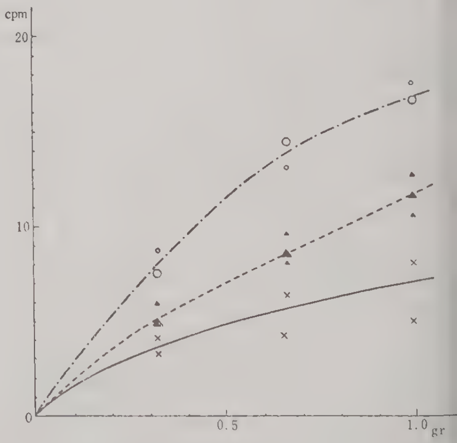


Fig. 48. Relationship between weight and cp of ashed sample —II.

○ *Physiculus japonicus* チゴダラ

▲ *Sebastolobus macrochir* キチジ

× *Chionoecetes opilio* ズワイガニ

The smaller symbol shows the cour determined for 50 minutes, and the la ger one, for 160 minutes. See Ap Tables 11, 12 and 13 for further info mation.

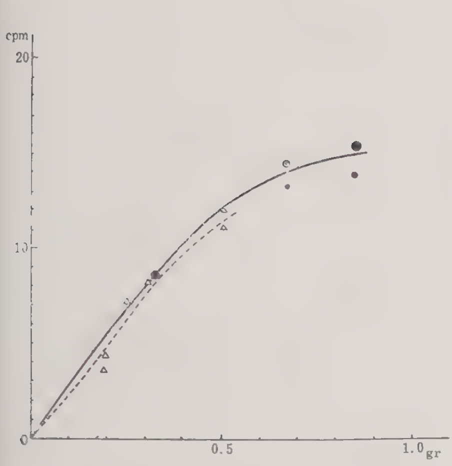


Fig. 49. Relationship between weight and cpm of ashed samples —III.

● *Sergestes nipponensis* サクラエビの一種
△ Mixed plankton 混合プランクトン．

The smaller symbol shows the count determined for 50 minutes, and the larger one, for 160 minutes. See App. TABLES 11, 12 and 13 for further information.

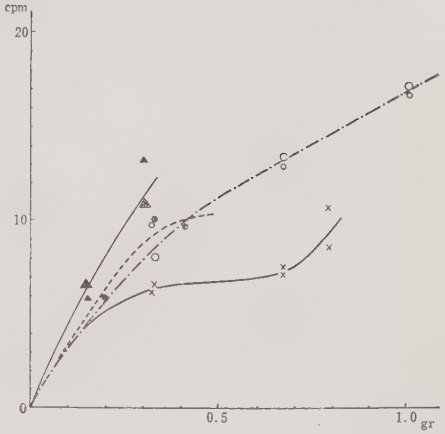
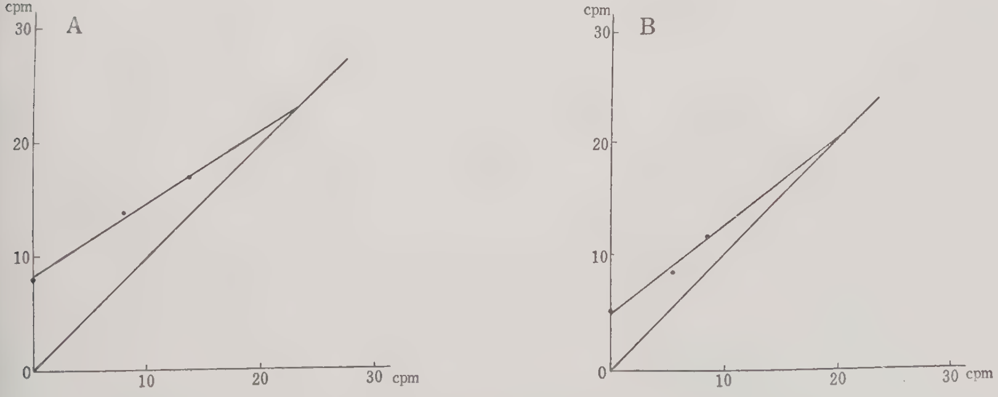


Fig. 50. Relationship between weight and cpm of ashed samples —IV.

▲ Internal organ of *Buccinum leucostoma* シライトマキ内臓．
○ Internal organ of *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス内臓．
● Muscle of *Buccinum leucostoma* シライトマキ筋肉．
× Soft body of *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス軟体．

The smaller symbol shows the count determined for 50 minutes, and the larger one, for 160 minutes. See App. TABLES 11, 12 and 13 for further information.

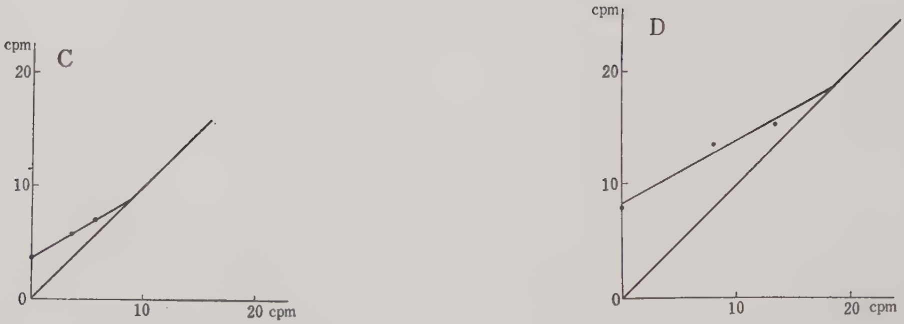
適合するか否かを代表的 9 種について定差図（Fig.
）によって判別し，大体満足する事を確認した．
下に各試料の関係式，それに基づく計算によって得
れた最大値，灰 0.50 gr 及び 1.00 gr に対する計算
を示した．なお，この表には計算値と比較のために
等灰量によって測定された試料にはその平均実測値
，又其等灰量による直接の測定が行われず，異る灰量による測定値に対し手法で関係曲線の描かれた場合はそれ等灰量に対する読取値をも示してある．



Physiculus japonicus
（チ ゴ ダ ラ）

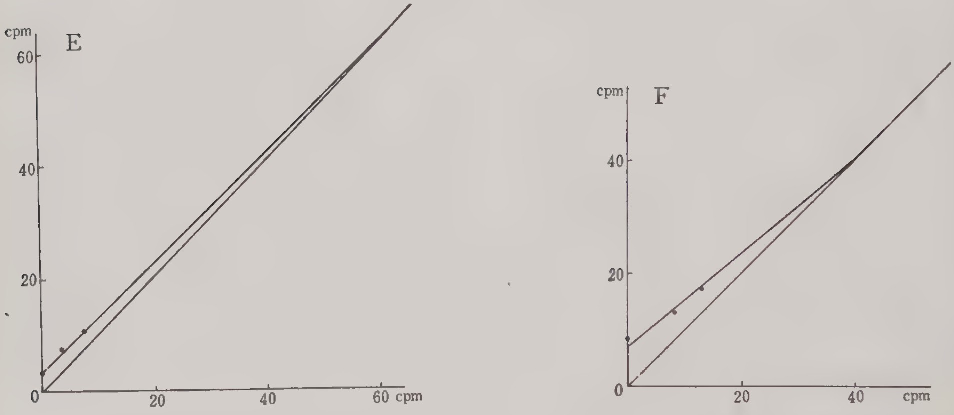
Sebastolobus macrochir
（キ チ ジ）

Fig. 51-A-B. Finite difference diagrams for examining relationship between weight and cpm of ashed samples.



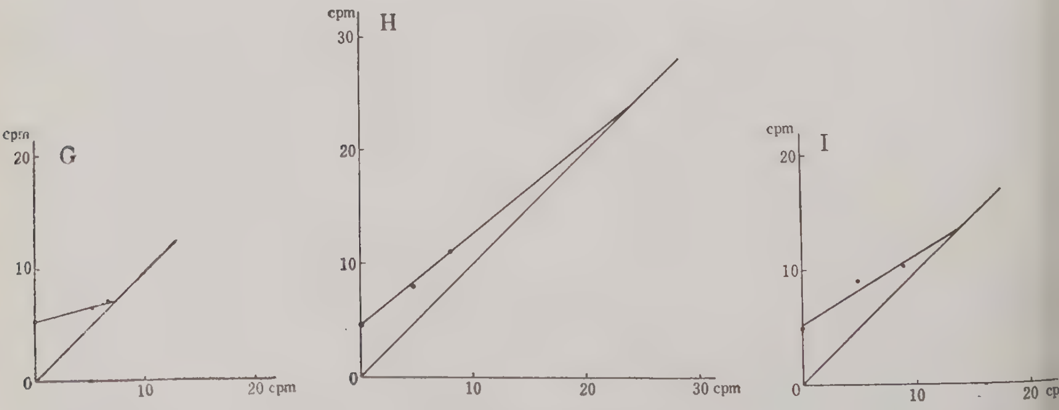
Chionoecetes opilio
（ズワイガニ）

Sergestes nipponensis
（サクラエビの一種）



Mixed plankton
（混合プランクトン）

Internal organ, *Lischkeia argenteonitens hirasei*
（ヒラセギンエビス内臓）



Soft body, *Lischkeia argenteonitens hirasei*
（ヒラセギンエビス軟体

Internal organ, *Buccinum leucostoma*
（シライトマキ内臓）

Muscle, *Buccinum leucostoma*
（シライトマキ筋肉）

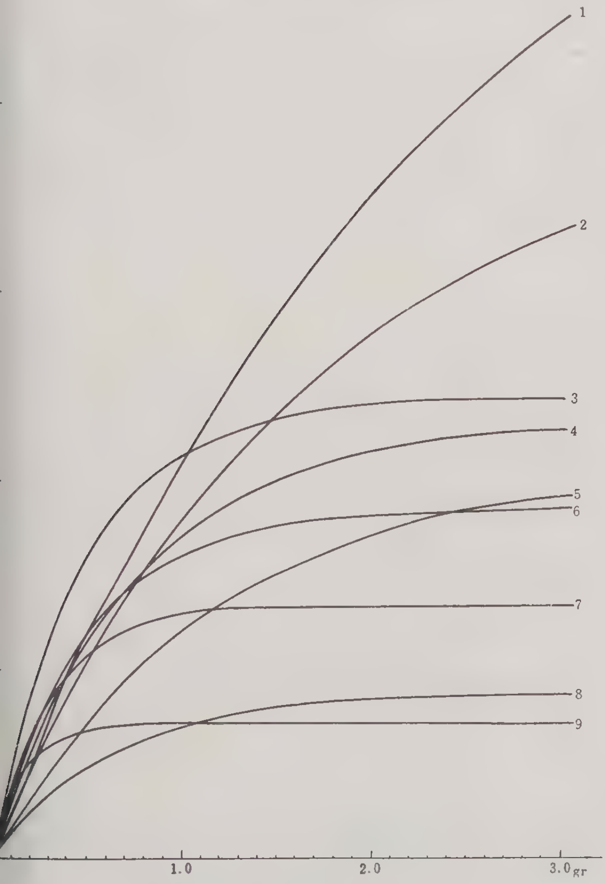
Fig. 51-C-I. Finite difference diagrams for examining relationship between weight and cpm of ashed samples.

種類	重量と cpm の関係式	灰量 0.50 gr		灰量 1.00 gr	
		実測値又は読取値	計算値	実測値又は読取値	計算値
hysiculus japonicus ゴダラ	$N=23.0\ (1-e^{-1.4\omega})$	11.2	11.3	17.6	17.0
ebastolobus macrochir キチジ	$N=20.5\ (1-e^{-0.9\omega})$	6.8	7.3	11.8±0.7	11.9
ionoecetes opilio ズワイガニ	$N=8.6\ (1-e^{-1.7\omega})$	4.7	4.9	6.5±1.1	6.9
rgestes nipponensis サクラエビの一種	$N=18.3\ (1-e^{-2.1\omega})$	12.1	11.8	15.2	16.0
ixed plankton 合プランクトン	$N=62.1\ (1-e^{-0.4\omega})$	11.6±1.2	11.8	—	20.9
ternal organ *L.a.h.* ヒラセギンエビス内臓	$N=39.5\ (1-e^{-0.6\omega})$	11.1	10.2	17.1±0.8	17.8
ft body *L.a.h.* ラセギンエビス軟体	$N=7.1\ (1-e^{-6.5\omega})$	6.8	6.9	—	7.1
ternal organ *B.l.* シライトマキ内臓	$N=24.3\ (1-e^{-2.1\omega})$	—	15.8	—	21.3
uscle, *B.l.* ライトマキ筋肉	$N=13.5\ (1-e^{-8.2\omega})$	10.4	10.8	—	13.0

L.a.h. : *Lischkeia argenteonitens hirasei*, *B.l.* ; *Buccinum leucostoma*

なお，この計算値による曲線と，実測値によって手法で描かれた曲線（Figs. 47, 48, 49, 50）とを比較する為に Fig. 52 を示した．これ等によると常数の著しい相異に基づき試料の種類によってプラトーに達する灰の量はかなり大きく異り，又曲線に交叉が起る場合すらもある．このことは少くとも海洋生物の放射能測定に当って測定に供すべき灰の量に関し重要な示唆を与えていると思われる．

次に各試料の放射能の比較のために，上記9試料の外に 0.5 gr 以上の灰によって測定されたもの，及びそれ以下の灰量が用いられた場合でも有意の測定値が得られたものはすべて含めて，便宜上一定値 0.50 gr の灰量に対する cpm を Fig. 53 に示した．



ig. 52. Relationship between weight and calculated cpm of ashed samples. Curves 1-9 correspond to those for the samples as enumerated on the right.

Calculated cpm represents the value obtained on the basis of theoretical formula of weight-cpm-relationship.

1. Mixed plankton 混合プランクトン．
2. Internal organ of *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス内臓．
3. Internal organ of *Buccinum leucostoma* シライトマキ内臓．
4. *Physiculus japonicus* チゴダラ．
5. *Sebastolobus macrochir* キチジ．
6. *Sergestes nipponensis* サクラエビの一種．
7. Muscle of *Buccinum leucostoma* シライトマキ筋肉．
8. *Chionoecetes opilio* ズワイガニ．
9. Soft body of *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス軟体．

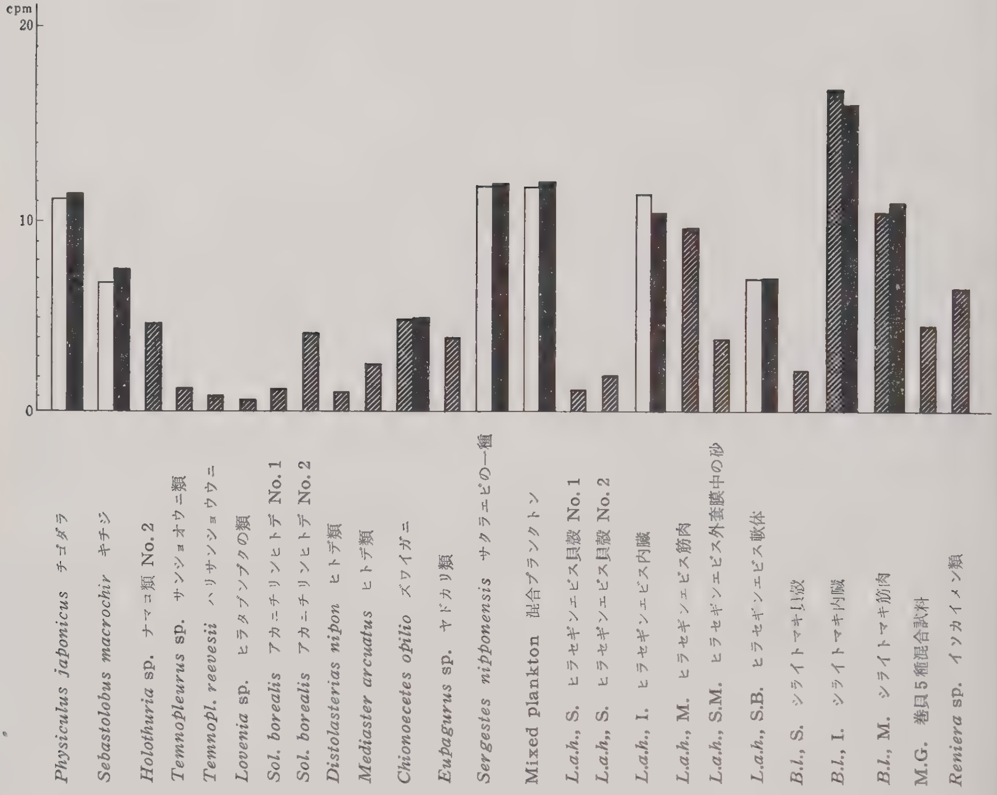


Fig. 53. Radioactivity per 0.5 grams of ashed samples.

□ Count observed.

■ Count calculated on the basis of theoretical formula of weight cpm relationship.

▨ Count obtained by either one of the following two procedures:

one which was obtained by extending the weight-cpm-curve in Fig. 50 to a point at 0.5 gr., when an ashed sample weighed less than 0.5 gr.; another which was obtained on the basis of the mean value (0.73) of $\frac{\text{cpm per 0.5 gr.}}{\text{cpm per 1.0 gr.}}$ of several other samples, when only 1 gr. of an ashed sample was determined out of the sample weighing more than 1 gr.

Abbreviations of scientific names appearing from left to right:

Sol., *Solaster*; *L.a.h.*, *Lischkeia argenteonitens hirasei*; *B.l.*, *Buccinum leucostoma*; M.G., mixed Gastropoda.

Abbreviations of the names of organs appearing in capital Roman after the scientific names. (In alphabetical order):

I., internal organ of; M., muscle of; S., shell of; S.B., soft body of; S.M., sand found in mantle cavity of.

図中の灰 0.50 gr に対する cpm には次の種類が含まれている.

実測値: 0.50 gr に対する直接の実測値.

計算値: 上表に示された式から 0.50 gr に対し計算された値.

0.50 gr に対し直接実測されなかった場合は

読取値: Figs. 48, 49, 50 の曲線上 0.50 gr に対る読取値(上記実測値の代用).

推定値$_1$: 灰量が 1 gr 以上の場合は その実測値

上表9試料の

0.5 gr に対する cpm
1.0 gr に対する cpm

の平均値 0.73 を係数として乗じた値.

推定値₂: 単一の灰量に対し実測されたもののうち灰量が 1 gr 以下の場合は，手法によって描かれたカーブ上から 0.5 gr に対して読取った値，一応の目安として示される.

本図によると今回はシライトマキ内臓の値が最高ではプランクトン混合物，サクラエビの一種，第3位チゴダラとなっている．プランクトン混合物を除い高値の得られた試料はすべて St. G 16 採集物でが，試料のかたよりから地域性を論じ得ない.

巻貝について放射能の強さは内臓，筋肉，貝殻の順なっいること，今回最高値を示したシライトマキが島灘方面の底曳漁場に於いて混獲され，食用に供さていることの2つの問題は注意すべきであろう.

しかしこれ等の放射能が何等かの原因に基づく汚染よるものか否かは明らかでない.

なお Fig. 53 中 cpm 4 程度以下のものはその標準差からみて有意性は殆んど認められないが，一応得れた値がそのまま示されている．又推定値で示され試料については今後実測する予定である.

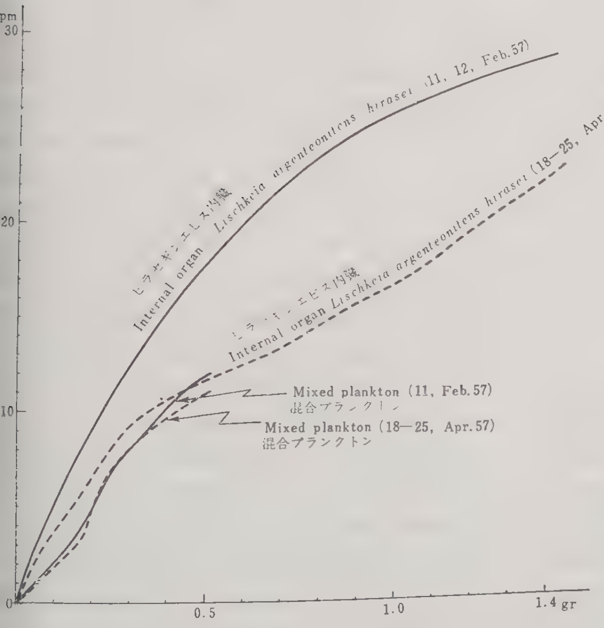


Fig. 54. Examples of decaying cpm of ashed samples by different weights between two dates.

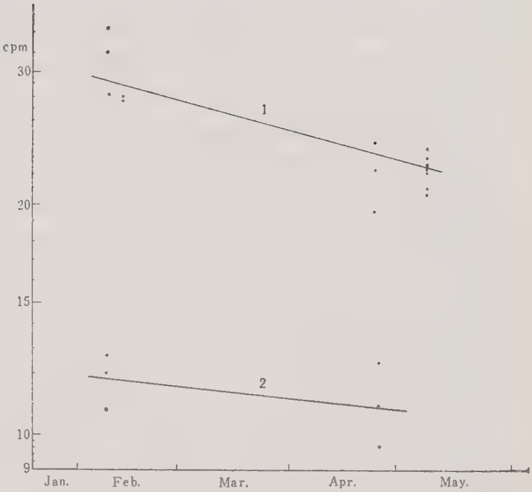


Fig. 55. Decaying cpm of ashed samples determined on two different occasions.
1. Internal organ of *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス内臓.
2. Mixed plankton 混合プランクトン.

3. 放射能の減衰について

灰の試料による第1回の放射能の測定は1月下旬から2月中旬頃迄の間に行われ，第2回の測定は4月中下旬に行われた．従って第1回と第2回の測定の間に約2カ月の間隔がある．2回の測定に同一重量の灰が用いられた試料は 10 cpm 以上の測定値の得られたチゴダラ，キチジ，ズワイガニ，サクラエビの一種，混合プランクトン，ヒラセギンエビス内臓，シライトマキ内臓，及び同筋肉の8試料である．その内混合プランクトン及びヒラセギンエビス内臓の2試料は2回の測定とも灰の量と cpm の関係をみるために種々の灰量に対して測定された．この試料について前後2回の測定値を比較するために Fig. 47 中に示された灰量と cpm の関係曲線と App. TABLES 11, 13 の資料による関係曲線を Fig. 54 に示した．これによると混合プランクトンでは約 68 日の間に殆んど変化が現われていないが，ヒラセギンエビス内臓は約 68 日に著しく減衰したようにみえる．このことは2回の測定において同一重量の灰（プランクトン 0.50 gr，ヒラセギンエビス内臓 1.38 gr）が用いられた結果でも Fig. 55 に示されるように同様である.

更にヒラセギンエビス内臓の第1回測定値

群の平均カウント数と，第2回の測定値群のそれとの差の有意性を検定した結果においても下記に示されるように同試料は明らかに減衰したと認められる．

ヒラセギンエビス内臓の2回の
放射能測定値の差の検定

	単位測定群数	自由度	$\sqrt{\mathrm{cpm}}$ の平均	平方和
第1回測定群	6	5	5.42	0.6
第2回測定群	11	10	4.72	0.6
		15	差＝0.70	1.2

1.2/15＝0.08

$$t=\frac{0.70}{\sqrt{\frac{0.08(6+11)}{6\times 11}}}=5.00$$

t 表より　　$P<0.01$

但し1単位測定の時間は試料10分，自然カウント10分とする．

なお，混合プランクトンを始め他の7試料では，一般的傾向として測定値が低下したものが多い．しかしこれ等はヒラセギンエビス内臓の場合のような減衰の有意性は認められない．

要　　約

日本原子力研究所の要請によって，東海区水産研究所並びに茨城県水産試験場は，それぞれ蒼鷹丸，常盤丸により1956年11月5日から同13日の間，東海村沖を中心とする鹿島灘における海洋調査に従事した．この報告はその調査の一環として行われたプランクトン，ネクトン，ベントス及びそれ等の放射能に関する海洋生物調査報告である．その結果を次に示す．

プランクトン―1（プランクトンネットによるもの）

1．出現種は植物性プランクトン41種，動物性プランクトンの Copepoda 橈脚類77種，その他34種，合計152種である．

2．プランクトンの組成は湿重量によると各種採集共 Copepoda が全プランクトン量の51～58％を占めた．次いで Sagittoidea 矢虫類の26～38％であるがこれは本州南方黒潮流域の夏期に比べると著るしく高い組成である．その他の生物群の割合は極めて小さい．

3．各層水平採集（0，10，30 m 層）の結果によれば，プランクトン湿重量は夜間0 m 層が，昼間は10 m 層が最も多く，30 m 層は一般に著しく少ない．これ等各層の1地点平均分布密度の比は 1：0.86：0.55 である．

4．全プランクトンの分布密度（湿重量）は何れの採集ネット，採集方法（水層），調査船においても，那珂川―久慈川両河口を中心とする沿岸部に稀薄であり，このことは量的に重要な各生物群別にみても殆ど共通的である．全プランクトンの濃密域には2中心があり，その1つは北部大津鼻附近，他の1つは南部勝下附近の沿岸部にある．両濃密域中心を結びほぼ南北方向に濃密帯が形成されている．しかし濃密域と稀薄域の水平分布を生物群別にみるときは次の3つの型に大別される．

a 型；濃密域は東経140°50′線上に沿って南北に帯状の分布をし，その北緯36°20′附近は幾分分布密度が小さいか或いは稀薄域により分断されている．南北に濃密域の中心があるが，北のものが顕著である．例……全プランクトン分布，Copepoda，Sagittoidea

b 型；濃密域は沖合部にあって，これが東海村沿岸部に向って突出した形になっている．例……Appendicularia 尾索類，Decapoda 十脚類.

c 型；濃密域が a 型同様南北に帯状の分布傾向を示す．しかし北部は分布密度が小さく南部に顕著な濃密域中心がある．a 型と c 型は相互の移行性が考えられる．例……Medusae 水母類，Mysidacea アミ類，Zoëa，Megalopa larvae 十脚類幼生，*Calanus finmarchicus* Copepodid stage IV–I.

5．全プランクトン及び各生物群の水平分布傾向と水温・塩分・流動などの水理学的要素の分布との間にはそれぞれ密接な関係がみられる．すなわち a 型に属するものの濃密帯は北緯36°20′附近（那珂川河口前）における外洋水の接岸を示す等温線，等塩分線にほぼ平行的に接岸している．b 型に属するものは外洋水域に分布密度が高く，等温線，等塩分線と平行的に分布して東海村前附近に入り込むもの，或いは更に反時計廻りの環流の存在を示すような分布をしているものもある．c 型に属するものは北緯36°20′附近の外洋水帯の接岸，反時計廻り渦流によって南部沿岸に集められ，そこに濃密域を形成しているようにみられる．

6.　今回の 45 cm プランクトンネット A′ 型による
150 m 全採集量は 1954，1955 年の 11 月のそれに較
ると鹿島灘沖合部は前 2 カ年が 1 gr/haul 前後であ
に対し今回はその 2 倍の 2 gr/haul を示し，又北緯
° 以南の太平洋側日本近海の他の何れの水域よりも
しく多量であった．

ランクトン—2（ビームトロールによるもの）

1.　ビームトロール採集物中 St. G 16，G 18 のカ
，ヤドカリ類を除く甲殻類の出現種は Decapoda 十
類 6 種，Mysidacea アミ類 3 種，Amphipoda 端脚
2 種，その他 2 種，計 13 種であった．

2.　出現種 13 種のうち St. G 16，G 18 に共通出現
た種は *Spirontocaris spathulirostris* モエビの 1 種
び Eusiridae 端脚類の 1 種の計 2 種であった．

3.　最も多量に採集されたものは *Sergestes nip-
nensis* サクラエビの 1 種の399個体で，その分布を
す D.S.L. の深度は午前 8 時頃 160～200 m，その水
の水温は 10°～13°C であった．分布範囲は小名浜
銚子沖 300 m 等深線附近と推定される．

4.　量的に *Sergestes* に次ぐものは *Crago* sp. エ
ジャコの 1 種，*Spirontocaris spathulirostris* モエ
の 1 種，*Parastiromysis paradoxa* サゲオイソア
などであった．

クトン（稚魚，魚卵を含む）

1.　今回採集された魚卵は 15 種である．うち 1.3 m
ランクトンネットの表面採集物は 11 種 1,014 粒で，
のうち 91.5 %が Labridae ベラ科卵である．また
cmプランクトンネットA′型の垂直採集では 9 種 54
が出現，その優勢種は 1.3 mプランクトンネット同
ベラ科の 1 種である．

2.　魚卵の分布は沿岸部に濃密で，東経 141° 以東の
合部では殆んど出現していない．ベラ科卵の濃密域
距岸 5 浬以内に形成され，東海村沿岸に中心が認め
れる．その分布と出現卵の発育期範囲に基いて，東
村沿岸水の拡散性は小さいと推定される．

3.　稚魚は 64 種採集され，そのうち 1.3 m プラン
トンネットの表面採集によって 41 種，271 尾，45
プランクトンネット A′ 型垂直採集に 35 種，69 尾
現した．1.3 m プランクトンネットに最も多量に出
した種類は *Labracoglossa argentiventris* タカベ
次いで *Engraulis japonica* カタクチイワシであ
しかし垂直採集ではその順位が入れ替りカタクチ
ワシが最も多い．

4.　全稚魚の分布は魚卵と異り，沿岸からほぼ東西
延びる 3 本の濃密帯が派出し，特に東海村前海のものが濃厚である．一般的に魚卵と同様沿岸部に多く，東経 141° 以東の沖合部に少ない．稚魚の垂直分布は表層に多く，深度が増すに従って急激に減少する傾向が認められる．

5.　カタクチイワシは東海村近海に濃密域がみられる．この形成原因は本海域中央部で産卵が行われたものか或は黒潮分枝の先端における渦流によって集積されたものか充分明らかでないが後者が有力であろう．しかし卵・稚仔の出現状態から産卵末期にあたることを示している．

6.　タカベは全域にわたって散発的に分布しているが，南半部すなわち久慈川河口以南の沿岸部に多い．

7.　成魚型魚類はビームトロールによって 13 種 89 尾採集された．これらは殆んどが底棲或いは深海性魚類である．その内訳は St. G 16 で 9 種 76 尾，St. G 18 で 4 種 13 尾であるが，両地点間における出現種に全く共通性がない．このような魚種の相違は恐らく St. G 16 は大陸棚斜面（水深 300 m），St. G 18 は大陸棚上（水深 120 m）にあって深度・温度等の環境条件が異るためと推定される．

8.　最も多量に出現したのは *Sebastolobus macrochir* チキジ，次いで *Lycodes caudimaculatus* イレズミガジであるが，これらはいずれも St. G 16 においてのみ採集された，

9.　St. G 16 における出現種の分布域は 4 種が北方系，4 種が南方系であって，この海域が南北両系の混棲海域と認められる．

ベントス

1.　東海村沖の 10 地点において，蒼鷹丸によってビームトロール又は新野式ドレッジで採集されたベントスは 78 種で主に Mollusca 軟体動物，Echinodermata 棘皮動物，Crustacea 甲殻類から構成されている．

2.　最も沖寄りの地点 St. G 16 では Pisces 魚類，Crustacea 甲殻類の外，*Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス，*Buccinum leucostoma* シライトマキを始め *Neptunea* エゾボラ類，*Japelion* ネジヌキバイ類，*Volutopsius* リクゼンボラ類などの冷水系の Gastropoda 腹足類が多数採集され，下層冷水の fauna を示している．

3.　那珂川の河口に近い St. G 7 は多数の貝類遺骸が集積し，その中に淡水産貝の死殻片も見られるという点などから陸水の流入による直接間接の影響がある所と推定される．

4.　久慈川の河口に近い St. G 12 における貝類遺骸群集には暖水系群と冷水系群の混在が見られ，ここ

には暖寒流勢力の消長等の変化による fauna の変転がある所と推定される.

5. ベントスは全般的には地点間の共通性少く，僅かな種類が 2～5 地点間に共通出現したにすぎないから，ベントスは僅かな環境の相違によっても著るしく変化しているものと考えられる.

海洋生物の放射能

1. 湿体においてはプランクトン 23 試料，ネクトン 4 試料，ベントス 7 試料のいずれも放射能は標準偏差の 2 倍を超えたものはなく，有意性が認められない.

2. 灰においてはプランクトン 22 試料のうち 2 試料，ネクトンは 5 試料中 2 試料，ベントス 25 試料中 15 試料の測定値が $2\sigma_e$ 以上を示した．併し放射能が有意と認められた生物についても値は全般的に低く，又測定重量が同様に用いられた同一種類の生物でも放射能の値に有意な差を示したものと全く示さなかったもの或いはかなり不同のものとがあった.

3. 0.50 gr の灰に対する cpm の大きい例は *Buccinum leucostoma* シライトマキ内臓 cpm 15.8, *Sergestes nipponensis* サクラエビの一種 11.8，橈脚類を主体とする混合プランクトン 11.8，*Physiculus japonicus* チゴダラ 11.3，シライトマキ肉 10.8 及び *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス内臓 10.2 等である.

4. 地域性については資料不充分で明らかでない.

5. ヒラセギンエビス，シライトマキ 2 種については殻・筋肉・内臓等に分けて測定を行い，内臓が最も高く殻が最も低い事を認めた.

6. カニ類，ヒトデ類，ウニ類，貝殻等一般に炭酸石灰に富む生物に有意の放射能を示したものは極めて少い.

7. 試料重量と cpm の関係に就いてヒラセギンエビス，チゴダラ，*Sebastolobus macrochir* キチジ，サクラエビの一種，*Chionoecetes opilio* ズワイガニ等の測定結果がその理論式に適合する事を定差図により確め，cpm がプラトーに達する灰の量が試料の種類によってかなり大きく異っている事から少くとも海洋生物の放射能測定に当って測定試料の灰量について充分検討する必要があると認められる.

8. 10 cpm 以上のものについて，第 1 回の測定は 1 月下旬～2 月中旬，第 2 回の測定は 4 月中下旬に行われたが，その間にヒラセギンエビスの内臓のみは減衰に有意性が認められた．他の試料でもこの 2 カ月余りの間に測定値は僅かながら低下し，減衰傾向を示したものが多いが，これらの減衰はいずれも有意性が認められない程度である.

引 用 文 献

1）深井麟之助，塩川文子，鈴木浜治，清水君代，
田和民，1957．茨城県東海村沖の海底沈澱物に
いて．日本原子力研究所調査報告 No. 2. 日本
子力研究所.

2）波部忠重，1956．内湾の貝類遺骸の研究．京大
理生態 77.

3）神谷尚志，1916．館山湾に於ける浮性魚卵並に
稚仔（第 1 報）．水講試報第11巻，第 5 冊.

4）神谷尚志，1925．館山湾に於ける浮性魚卵並に
稚仔（第 3 報）．水講試報第21巻，第 3 冊.

5）Kuroda, T. and T. Habe, 1952. Check li
and bibliography of the recent marine mo
lusca of Japan.

6）Leavitt, B.B., 1935. A quantitative study
the vertical distribution of the layer zoopla
kton in deep water. *Biol. Bull.*, Vol. LXVII
No. 1.

7）Matsubara, K., 1936. A new and a rare o
hidioid fishes from Japan. *Jour. Imp. Fishe
Inst.*, Vol. 31, No. 2.

8）松原喜代松，1955．魚類の形態と検索．石崎書
東京.

9）Nakai, Z., 1957. An outline of biological su
vey and distribution of wet weight of ma
roplankton in the Kuroshio area, south
Honshu, May 1955. *Rec. Oceanog. Works
Japan* (Spec. Num.).

10）Nakai, Z., S. Hattori, K. Honjo, T. Watan
be, H. Ohta, T. Kidachi, T. Okutani, K
Umeda and S. Kudoh, 1957. A prelimina
report on the biological survey in the Kur
shio area, south of Honshu, June-July 195
Rec. Oceanog. Works in Japan (Spec. Num.

11）中井甚二郎，宇佐美修造，服部茂昌，本城康至
林繁一，1955．昭和24～26年鰮資源協同研究経
報告．東海区水産研究所.

12）中井甚二郎，渡辺信雄，服部茂昌，本城康至，
原進，太田半介，1955．昭和29年 7 月蒼鷹丸黒
調査概要報告．日本ユネスコ国内委員会．昭和
年度海洋資源開発調査報告(黒潮班).

13）日本原子力研究所保健物理研究部，1956 a．日
原子力研究所建設予定地及びその近郊の自然放

能の調査，第１報(謄写)．

) 日本原子力研究所保健物理研究部，1956 b．日本原子力研究所建設予定地及びその近郊の自然放射能の調査，第２報(謄写)．

) 日本原子力研究所等，1957．研究所沖海洋観測報告，第２報(謄写)．

) 奥谷喬司，1957．鹿島灘産貝類に関する２，３の知見，本報告書．

) Russell, F.S., 1928. A net for catching plankton near the bottom. *J.M.B.A.* Vol. XV, No. 1.

) 水産庁調査研究部，1955 a．ビキニ海域における放射能影響調査報告(第１輯)．

) 水産庁調査研究部，1955 b．昭和29年におけるビキニ海域の放射能影響調査報告(第２集)．

) 水産庁調査研究部，1956．1956年核爆発実験影響調査報告(第１集)，俊鶻丸による調査(第１部)．

) 東海区水産研究所，1956．漁海況予報調査及び冷害対策調査．昭和29年度実施状況報告(謄写)．

22）東海区水産研究所．1956．漁海況予報調査及び冷害対策調査（沖合）．昭和30年度実施状況報告（謄写）．

23）東海区水産研究所．1957．漁海況予報調査及び冷害対策調査(沖合)．昭和30年度調査結果概要補遺並に昭和31年度調査実施状況報告(謄写)．

24）United States Atomic Energy Commission, 1950. Radiobiological survey of Bikini, Eniwetok, and Likiep Atolls, July–August 1949.

25）渡辺信雄，平野敏行，上原進，大久保勝夫，久保雄一，1957．東海村沖における海況に関する調査結果概要．日本原子力研究所調査報告 No. 2，日本原子力研究所．

26）Yokoya, Y., 1933. On the distribution of decapod crustaceans inhabiting the continental shelf around Japan, chiefly based upon the materials collected by S.S. Sôyô-Maru, during the year 1923–1930. *Jour. Coll. Agric., Tokyo Univ.*, Vol. 12, No. 1.

The Results from Biological Surveys of Marine Organisms and their Radioactivities in the Sea of Kashima-Nada, November 1956*

ZINZIRO NAKAI, KOJI HONJO, SHIGEMASA HATTORI,
TAISUKE WATANABE, TAKASHI KIDACHI, TAKASHI OKUTANI,
SEITOKU KUDOH, AND KIITI UMEDA
Tokai Regional Fisheries Research Laboratory
YUICHI KUBO
Ibaragi Prefectural Fisheries Experimental Station

Abstract

With a view to securing information required for construction of the Japan Atomic Energy Research Institute at the seaside village of Tokai-mura, Ibaragi Prefecture, an oceanographical investigation program was designed at the request of the Institute to be conducted in the sea of Kashima-nada centering around an area adjacent to the village. As a major portion of the program, collection and study of oceanographic data and samples of marine organisms were assigned to the staff of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory and of the Ibaragi Prefectural Fisheries Experimental Station.

In consequence, the research personnel of the two fisheries research institutions were engaged in detailed surveys of the area in November 1956; those of the Tokai RFR Laboratory using the R.V. *Soyo-Maru* (258 gross tons) in an expansion over Kashimanada, those in the Ibaragi PFE Station using the R.V. *Tokiwa-Maru* (11 gross tons) in the inshore waters.

---

* Contribution B-266 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.
Contribution from the Ibaragi Prefectural Fisheries Experimental Station.

The present report contains the results pertaining to marine biological aspect of these researches with itmes including: species of plankton, nekton, and benthos that were collected then and there, assessments of the organisms in wet weight as well as in number of individuals, their vertical and horizontal distributions, relationships between the organisms and their environments, determination of their radioactivities, and so forth.

The following information or subjects are contained in the figures, plates, tables and appendix tables appearing in this report.

Figs. 1, 2: Biological stations.
Figs. 3～6: Compositions of plankton.
Figs. 7～30: Distributions of plankton.
Figs. 31, 39: Compositions of fish eggs and larvae.
Figs. 32～38, 40～44: Distributions of fish eggs and larvae.
Fig. 45: Occurrence of adult forms of fish.
Fig. 46: Cross sections of the sea bottom through the stations.
Figs. 47～55: Radioactivities of marine organisms.

Plates I, II: Species of plankton referred.
Plate III: Species of nekton referred.
Plates IV, V: Species of benthos referred.

Tables 1, 2: Biological stations.
Tables 3, 4: Radioactivities of marine organisms.

App. Tables 1a, 2, 3, 6a, 7, 8: Wet weight of plankton.
App. Table 4: Number of plankton.
App. Tables 1b, 5, 6b: Number of fish eggs and larvae.
App. Tables 9, 10: Species of benthos.
App. Tables 11～13 Radioactivities of marine organisms.

On the basis of the data obtained on the present occasion, Watanabe et al. (1957) separately prepared a report in regard to oceanographical results, and Fukai et al. (1957) another on submarine sediments in the sea of Kashima-nada. Their papers will appear in the Investigation Report of the Japan Atomic Energy Research Institute, (*Nihon-Genshiryoku-Kenkyûjo Chôsahôkoku*) No. 2.

APPENDIX TABLES

App. TABLE 1. Plankton, Fish Eggs, and Larvae Collected by the R.V.

a) Wet weight of plankton by group

	Station number	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9
	Date	XI.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	Time	21.16	20.05	18.19	16.32	15.10	13.25	11.55	10.05	07.36
	Depth (wire length, m)	0–20	0–60	0–150	0–150	0–115	0–25	0–30	0–100	0–150
	Wire angle	46	30	46	34	30	24	15	14	20
	Volume of water strained (m^3)	3.78	11.70	25.46	24.95	14.80	4.02	3.80	12.29	18.40
	Wet weight of haul adjusted by volume of water strained (mgr)	723	890	1970	2695	3460	1068	427	2440	3420
Group of plankton collected (Wet mgr per cubic meter)	Thaliacea	0+		4.2	1.2	0+	0+	0+	0+	0+
	Appendicularia	5.3	0.9	5.6	4.9	8.0	5.7	0+	6.8	9.7
	Decapoda	2.6	0.9		0.4	0+	2.7		1.7	1.9
	Zoēa & Megalopa Larva	5.3	1.8	0.4		0+	2.7		1.7	
	Euphausiacea	5.3	0.9	3.9	2.4	0.7				0.5
	Mysidacea				0.4		5.7	3.4	3.4	
	Amphipoda	2.6	0+		0+	0.7	2.7	0+	0.9	1.5
	Copepoda	149.3	64.8	47.5	63.8	108.9	152.7	33.2	104.1	71.4
	Pteropoda				0.4				1.7	
	Polychaeta		0+	0+	0+		0+		0+	0.5
	Sagittoidea	46.3	20.0	16.8	29.4	50.4	79.3	39.7	30.7	50.3
	Medusae	10.9	3.7	4.2	8.2	20.5	5.7	0+	1.7	7.7
	Dinoflagellata	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+
	Radiolaria	0+			1.6		11.3			
	Diatomaceae						0+	0+		0+
	Others	0.5	0.1	0+	0.2	0+	0+	13.2	0.1	0.1
	Total Plankton	228.1	93.1	82.6	112.9	189.2	268.5	89.5	152.8	143.6

b) Number of fish eggs and larvae

			G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9
Fish eggs	Number of individuals adjusted by volume of water strained		30.4	0.8	0.	1.0	4.9	2.0	0	0	1.3
	Number per m^3	*Engraulis japonica* (Houttuyn)									
		Labridae	7.4					0.2			
		Other fish	2.1	0.1		0+	0.3	0.3			0.1
		Total	9.5	0.1	0	0+	0.3	0.5	0	0	0.1
Fish larvae	Number of individuals adjusted by volume of water strained		1.7	0.8	12.2	1.9	6.2	2.0	0	1.3	3.9
	Number per m^3	*Engraulis japonica* (Houttuyn)					0.1				
		Myctophidae									
		Labracoglossa argentiventris Peters									
		Triglidae									0.1
		Other fish	0.5	0.1	0.5	0.1	0.2	0.5		0.1	0.1
		Total	0.5	0.1	0.5	0.1	0.3	0.5	0	0.1	0.2

oyo-Maru, November 1956 (Vertical hauls by 45 cm-plankton net, type A′)

G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17	G 18	G 19	G 20	G 21	G 22
〃	〃	〃	〃	XI.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
05.46	04.25	01.35	00.00	23.08	21.35	19.34	17.43	15.50	14.10	12.05	10.45	08.40
0–150	0–110	0–50	0–45	0–75	0–120	0–150	0–150	0–110	0–45	0–45	0–110	0–130
21	21	—	19	10	15	20	20	0	0	8	—	—
18.03	10.60	5.05	4.47	9.30	13.58	21.21	19.46	12.92	5.69	4.37	13.98	16.58
3320	2210	2020	594	2720	3180	2955	2945	2262	1865	2180	3080	2840
		23.9	0+	0+		0+	0+	0+	0+			0+
6.4	7.9	7.9		0+	0+	6.1	12.8	0+	2.3	2.1	5.4	7.8
		3.9	0+	5.5	7.6	7.8	0+	2.6	0+	0+	0.7	0+
	1.0	2.0								0+	0.7	
5.3	1.0	2.0		0+	1.7	4.8	19.1	0.9		2.1	0.7	0+
	1.0	2.0		0+	1.7		0+	0.9			1.4	0.7
0+	1.0	0+	0+	0+	3.4	0+	6.4	0+		2.1	0.7	0.7
72.1	81.0	135.8	52.0	138.7	92.1	60.7	28.0	65.1	159.6	174.1	111.8	87.9
			0+	0+		0+	0+	0+	0+			
0+	0+		0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+		0+	
46.6	27.6	71.9	30.9	75.1	51.2	39.0	44.6	52.2	93.7	116.2	51.9	36.2
8.5	5.9	3.9		7.6	8.5	5.2	12.8	7.8	4.6	8.2	2.7	3.9
0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+
0+	0+										0+	
0+	0+	0+	0+			0+		0+		0+	0+	
0+	0+	0.2	0+	0.2	0.4	0+	0+	0+	0+	0+	0.1	0+
38.9	126.4	253.5	82.9	227.1	166.6	123.6	123.7	129.5	260.2	304.8	176.1	137.2

2.6	3.4	0	0	0	1.4	0	1.2	1.4	0	1.6	1.3	0
	0.1											
0.1	0.1				0.1		0.1	0.1		0.2	0.1	
0.1	0.2	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0	0.2	0.1	0
2.6	8.5	4.7	0	11.6	1.4	6.8	12.3	1.4	0	3.3	1.3	0
0.1				0.1			0.1					
						0.1						
		0.2		0.1								
0.1	0.5	0.4		0.8	0.1	0.2	0.4	0.1		0.5	0.1	
0.2	0.5	0.6	0	1.0	0.1	0.3	0.5	0.1	0	0.5	0.1	0

App. TABLE 2. Wet Weight of Plankton and Number of *Calanus finmarchicus* b

	Station number		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9
	Date		XI.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	Time		21.13	20.05	18.25	16.29	15.10	13.25	11.55	10.10	07.4
	Depth (wire length, m)		0–20	0–50	0–50	0–50	0–50	0–25	0–30	0–50	0–50
	Volume of water strained (m^3)		1.27	3.50	2.63	2.39	2.25	1.22	1.24	2.50	2.6
	Wet weight of haul adjusted by volume of water strained (mgr)		248	232	428	623	630	406	9.2>	234	308
Wet weight mgr/m³	Total Plankton		275	103	190	276	280	361	7	104	137
	Zoo-plankton		195	92	178	246	258	202	7	72	118
	Phyto-plankton		80	11	12	30	22	159	0+	32	19
Number of individuals per cubic meter	*Calanus finmarchicus*										
	copepodid stage	VI	2.4	0.8	1.9	5.5	17.3	2.5		2.0	1.
	〃	V	0.8		0.3	1.2	4.9	1.7		0.8	
	〃	IV	3.2				4.0	9.0		0.8	1.
	〃	III	11.8	2.3	0.3	5.0	6.2	22.1		1.6	1.
	〃	II	20.4	4.0	1.9	1.2	5.8	28.6		3.6	1.
	〃	I	20.4	0.8	4.2	3.4	8.0	41.8		5.6	3.
	Total		59.0	7.9	8.6	16.3	46.2	105.7	0	14.4	8.

App. TABLE 3. Wet Weight of Plankton by Group and Depth Collected by the R.V. *Soyo-Maru*, November 19

	Station number and Date	G 3	X1. 9		G 7	X1. 6	G 9	X1. 6	
	Time	19.39	19.40	19.40	12.16	12.16	08.34	08.34	08.4
	Depth of layer	0	10	30	0	10	0	10	30
	Volume of water strained (m^3)	65.27	〃	〃	68.99	〃	62.13	〃	〃
	Wet weight of tow adjusted by volume of water strained (mgr)	19271	10814	7700	5400	12100	8257	5614	920
Group of plankton collected (Wet mgr per cubic meter)	Thaliacea	0+			0+	0+		0+	0
	Appendicularia	0.9	0.8	0+	0+	0+	3.1	2.3	39.
	Decapoda	4.3	0.8	0+	0.4	0.4	2.0	1.2	0
	Zoëa & Megalopa Larva	0.8	0.8	0.2	1.9	0.4	2.0		0
	Euphausiacea	12.6	5.6	2.2		0+	0.5		0
	Mysidacea				0+				
	Amphipoda	5.2	0.8	0+	0+	0.4	1.0		0
	Copepoda	78.0	57.6	65.2	30.0	43.8	38.5	37.2	34
	Pteropoda	0+	0.8	0.4					
	Polychaeta		0+	0+					
	Sagittoidea	65.0	38.7	8.9	19.7	71.2	26.3	15.2	27
	Medusae	40.0	10.0	5.2	2.6	6.5	19.4	7.0	1
	Dinoflagellata	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0
	Radiolaria								
	Diatomaceae				0+	0+	0+	0+	
	Others	0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	0+		0
	Fish egg & Larva	0+	0+	0+	0+	0.4	0.3	0.3	0
	Total Plankton	207.0	116.0	82.6	54.8	123.3	93.1	63.2	103

age Collected by the R.V. *Soyo-Maru*, November 1956 (Vertical hauls by Kitahara's quantitative net)

G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17	G 18	G 19	G 20	G 21	G 22
〃	〃	〃	〃	XI.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
05.50	04.25	01.39	00.03	23.13	21.35	19.32	17.40	15.50	14.10	12.06	10.45	08.45
0-50	0-50	0-50	0-45	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-45	0-45	0-50	0-50
2.36	2.19	2.22	2.07	1.98	1.82	2.48	1.61	1.53	1.38	1.47	1.58	1.82
288	217	304	20.4	388	126	214	69	162	303	261	79	125
127	96	135	10	172	55	95	31	72	152	129	36	55
106	83	109	5	136	44	70	19	59	109	115	30	44
21	13	26	5	36	11	25	12	13	43	14	6	11
4.2	1.3	5.0		8.7	1.1	1.4		10.0	3.7	1.4	1.7	1.1
		0.9		3.1	2.3	0.3			1.5	0.7	0.5	1.1
0.4	0.4	0.4	0.5	1.0				0.6	1.6	1.4	1.2	
1.2	2.8		0.5	3.5	1.1	1.0		0.6	0.7	1.4	2.9	
5.6	1.9	1.3		5.6	2.3	2.8		3.2	5.8	7.4	1.7	0.5
4.2	0.9	2.7		8.1	2.3	1.7		1.9	3.7	2.1		1.1
15.6	7.3	10.3	1.0	30.0	9.1	7.2	0	16.3	16.9	14.4	8.0	3.8

orizontal tows by 60cm-plankton net, type C, at different depths, each for 5 minutes)

G 12	X1. 6		G 15	X1. 5		G 20	X1. 5		G 22	X1. 5	
02.40	02.58	02.42	22.13	22.14	22.14	12.40	12.43	12.43	09.31	09.41	09.41
0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
67.82	〃	〃	63.50	〃	〃	68.60	〃	〃	60.86	〃	〃
20714	11300	12729	17543	13686	4386	10657	16442	5014	5900	5943	2057
0+	0+	0+	0+	0+			0+	0+	0+	0+	0+
2.5	3.7	7.0	0+	0+	0+	0+	0+	0+	1.1	6.1	0.7
42.6	1.8	1.8	1.5	0+	0.2	0+	2.9	0.5	0+		0.4
			1.5	0.4	0.2					0.2	
3.9		0+	4.5	0.8	0+	0+	0+		0.6	0+	
9.9		0+		0.6	0.2	0+	0+	0+			
8.2		0+	1.9	0.4	0+		0+			0+	
92.1	64.0	74.2	102.8	79.1	32.0	85.5	101.0	35.2	57.7	36.6	15.7
0+	0+	0+				0+	0+				
	0+	0+				0+					
42.6	47.5	47.1	71.0	56.9	13.8	20.2	63.1	15.6	3.2	16.2	6.2
7.4	0+	1.7	4.5	12.7	1.7	0+	0+	0+	2.1	3.0	0.8
0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+
			6.1						3.2	6.1	0+
0+	0+	0+	0+		0+	0+	0+		0+		
1.9	0+	0+	0+	0.1	0+	0.1	1.1	0+	0.1	0.1	
3.2	0+	0+			0.2	3.2		0+	0+	0.2	
14.3	117.0	131.8	193.8	151.0	48.3	109.0	168.1	51.3	68.0	68.5	23.8

App. TABLE 4. Number of Plankton by Specie

(Horizontal tows by 60cm-plankton net, type C, at different depth

Species of plankton collected		Depth of layer		
		0 m	10 m	30 m
Thaliacea	*Doliolum nationalis*	192	192	224
	Thalia democratica var. *orientalis*		48	32
Appendicularia	*Oikopleura rufescens*	32	16	160
	O. longicauda	288	112	
	O. spp.	672	864	1440
	Fritillaria pellucida	224	160	
	F. sp.	1472	1248	1952
Decapoda	*Lucifer raynaudii*	368	64	32
	Leptochela gracilis	208		
Euphausiacea	*Euphausia pacifica*	64		
	Pseudoeuphausia latifrons	16		
Mysidacea	*Siriella vulgaris*	16		
Amphipoda	*Hyperia* sp.	256	64	
Ostracoda	*Cypridina* sp.	64	32	
Branchiopoda	*Penilia schmackeri*	448	768	1504
Copepoda	*Calanus finmarchicus*			
	copepodid stage VI	672	480	640
	〃 V	224	96	96
	〃 IV	160	32	32
	〃 III	64	96	64
	〃 II	192	96	288
	〃 I	32		32
	C. minor	320	96	128
	C. darwinii	96	64	64
	C. pauper	256	32	32
	Eucalanus attenuatus	32		
	E. subcrassus	192	128	224
	E. subtenuis	160	64	
	E. crassus	64	32	64
	Rhincalanus cornutus	32		96
	Mecynocera clausi	32	64	32
	Paracalanus parvus	160	672	608
	P. aculeatus	672	928	640
	P. sp.		96	64
	Acrocalanus gibber	352	64	96
	A. sp.		32	
	Calocalanus pavo	192	160	128
	Clausocalanus arcuicornis	448	768	192
	C. pergens	64	160	160
	C. furcatus	608	832	960
	Ctenocalanus longicornis		32	
	Euchaeta marina	32		32
	Scolecithrix danae	32	64	32
	S. sp.			32
	Centropages furcatus	32	32	32
	C. elongatus	32		
	Temora discaudata		32	32
	T. stylifera	160		32
	Lucicutia flavicornis	352	384	96
	Candacia catula			32
	Calanopia thompsoni	32		32
	Pontellina plumata	32		

d Depth Collected by the R.V. *Soyo-Maru*
ch for 5 minutes, at St. G12, November 6, 1956, 0240–0303 hours)

Species of plankton collected		Depth of layer		
		0 m	10 m	30 m
Copepoda	*Labidocera japonica*		32	32
	Acartia negligens	96	32	32
	Oithona plumifera	192	224	160
	Oncaea venusta	2784	2720	2336
	Sapphirina darwinii	32		
	S. spp.		32	32
	Corycaeus crassiusculus	320		
	C. concinnus	128		
	C. gibbulus	32		96
	C. catus	250	64	64
	C. speciosus		32	
	C. flaccus		128	192
	C. sp.			224
	Copilia longistylis			32
	young copepoda	2784	1792	1856
Sagittoidea	*Sagitta enflata*	800	464	576
	S. bedoti	128	32	64
	S. pulchra	224	608	208
	S. minima	576	528	128
	S. regularis	144	144	128
	Pterosagitta draco	32	16	
	Krohnitta pacifica		32	
	Young sagitta	480	144	128
Polychaeta	Species ?			32
Medusae	*Muggiaea atlantica*	144	160	288
	Diphyes disper			32
	D. chamissonis	64	32	
	Abylopsis sp.	32		32
	Aegina rosea	96	96	64
	Aglaura hemistoma	32	32	16
	other medusae	32	96	
Pteropoda	*Creseis acicula*	64	32	
	Clio pyramidata		32	
Heteropoda	*Atlanta* sp.	64		
Larva	Euphausiid larvae	352	352	128
	Megalopa stage larvae	128		
	Zoëa stage larvae	1248		
	Alima stage larvae	48		
	Lingula jaspidea larvae	128		
	Bivalvia veliger	96		
	Ophiopluteus	+		
	Gastropoda veliger	352	288	128
	Cypris form larvae		32	
	Fish eggs	167	62	93
	Fish larvae	29	16	4
Diatomaceae	*Coscinodiscus Wailesii*	+	+	+
	C. marginatus	+		
	Rhizosolenia styliformis	+	+	
	R. cylindrus		+	
	Chaetoceros spp.	+	+	+
	Climacodium Frauenfeldianum	+	+	
	Navicula sp.	+		
	Thalassiothrix sp.	+		+
Dinoflagellata	*Ceratium macroceros*	+	+	+
	C. lunula	+	+	+
	C. Candelabrum	+		+
	Goniodoma Ostenfeldii		+	
	Pyrocystis lunula	+	+	+

App. TABLE 5. Number of Fish Eggs and Larvae Collected by the R.V. *Soyo-Maru*, November 19

	Station number	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G
	Date	XI. 6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	Time	21.30	20.23	18.04	17.23	15.23	13.35	12.03	10.28	08.
Fish eggs	*Callionymus* sp.									
	Maurolicus sp.									
	Labridae	55	1					3	7	
	Unidentified,									
	with single oil-globule, type C*	2						1		
	〃 〃 type D									
	〃 〃 type E	12								
	with no oil-globule, type A									
	〃 〃 type C		11							
	〃 〃 type D			1						
	with many oil-globules, type A								1	
	Total	69	12	1	0	0	0	4	8	
Fish larvae	*Engraulis japonica* (Houttuyn)	2	1						6	
	Gonorhyncus abbreviatus Tem. et. Schl.	2	8			1			2	
	Synodontidae	2								
	Myctophum affine (Lütken)									
	Myctophum orientale (Gilbert)									
	Other Myctophidae									
	Cypselurus japonicus (Franz)	1								
	Marorhamphosus scolopax (Linné)									
	Syngnathidae									
	Labracoglossa argentiventris Peters	7		3	4	7	3		1	
	Goniistius zonatus (Cuvier et Valenciennes)				2	1				
	Omobranchus elegans (Steindachner)				1			1	1	
	Labridae				1			2		
	Hexagrammidae									
	Triglidae									
	Pleuronectidae								1	
	Cynoglossidae	1								
	Other fish larvae	9	7	4	3			4	7	
	Total	24	16	7	11	9	3	7	18	

* For the definition of types of eggs, see text p. 21.

Horizontal surface tows by 1.3 m-plankton net for 5 minutes at *ca.* 2 knots)

G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17	G 18	G 19	G 20	G 21	G 22	Total
〃	〃	〃	〃	XI. 5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
6.25	04.50	01.59	00.11	23.25	22.00	20.13	18.26	16.16	14.24	12.29	11.11	09.19	
									7				7
2													2
		73	20	12					329	64			564
		1											4
		4											4
													12
									1				1
				4									15
1		2											4
	1												2
3	1	80	20	16	0	0	0	0	337	64	0	0	615
1	3	6	2		3	5		3	4	1	1	1	39
													13
	1												3
						1							1
						1							1
	1	7					1						9
													1
1													1
								1	2				3
5		2					1		4		1	2	40
					1								4
			1						1	1	1		7
4	3		1	3			1		2				17
									1				1
										1			1
													1
													1
9	8	10		3	2	4	5	9	3	3	2	2	95
20	16	25	4	6	6	11	8	13	17	6	5	5	238

App. TABLE 6. Plankton, Fish Eggs and Larvae Collected by the *Tokiwa-Maru*, November 1956

a) Wet weight (mgr) of plankton by group per haul

Station number	1	3	5	7	9	11
Date	XI. 5	〃	XI. 6	〃	〃	XI. 9
Time	11.40	13.10	09.15	11.00	12.23	11.25
Depth of layer	0	〃	〃	〃	〃	〃
Thaliacea		0+	0+			0+
Appendicularia		10.2	10.3		0+	43.1
Decapoda			0+		115.2	
Zoëa & Megalopa larva			10.3		9.6	21.4
Euphausiacea		10.2				
Mysidacea					9.6	
Amphipoda			10.3		0+	10.7
Copepoda	0+	121.7	527.1	200.0	1036.8	1420.7
Pteropoda						
Polychaeta						0+
Sagittoidea	10.0	20.3	41.0	10.0	230.4	21.4
Medusae		10.2	20.6	20.0	518.4	129.6
Dinoflagellata	0+	0+	0+	300.0	0+	0+
Radiolaria						43.1
Diatomaceae		0+	0+	0+		
Others	270.0	527.4	0+	30.0	0+	0+
Total Plankton	280	700	620	560	1920	1690

b) Number of fish eggs and larvae per haul

		1	3	5	7	9	11
Eggs	Labridae	23	15	4	9	8	59
	Other fish		1			2	2
	Total	23	16	4	9	10	61
Larvae	*Labracoglossa argentiventris* Peters						1
	Labridae						
	Other fish					2	2
	Total	0	0	0	0	2	3

App. TABLE 7. Wet Weight of Plankton and Number of *Calanus finmarchicus*

(Horizontal surface tows by Kitahara's

	Station number	1	3	5	7	9	11
	Date	XI. 5	〃	XI. 6	〃	〃	XI. 9
	Time	11.40	13.10	09.15	11.00	12.23	11.25
	Depth of layer	0	〃	〃	〃	〃	〃
Wet weight (mg)	Total Plankton	1220	500	690	1070	2080	420
	Zoo-plankton	—	360	630	520	1700	410
	Phyto-plankton	—	140	60	550	380	10
Number of individual	*Calanus finmarchicus*						
	Copepodid stage VI	1	3	15		18	2
	〃 V			7		7	2
	〃 IV		1	4		12	14
	〃 III					18	15
	〃 II		1			47	5
	〃 I					51	2
	Total	1	5	26	0	153	40

Horizontal surface tows by 45 cm-plankton net, type B, for 5 minutes at *ca.* 1 knot)

13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
XI. 10	〃	〃	〃	〃	XI. 12	〃	〃	XI. 13	〃	〃
13.30	14.30	09.50	12.—	11.07	12.04	14.21	13.14	12.40	10.01	11.22
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
		0+			0+	0+		10.3	0+	11.6
0+	0+				171.7	0+	160.5	0+	0+	0+
	0+				0+	46.6	0+	10.3		0+
				91.5	0+	0+		10.3		
							50.1	20.6		11.6
				0+		69.9	0+	0+		0+
380.0	428.6	98.2	130.0	470.4	1244.6	1305.0	2166.4	412.6	255.5	415.7
								0+		
					42.9	0+	0+	0+	0+	0+
0+	0+	0+	10.0	0+	85.8	885.6	200.6	10.3	51.1	46.2
0+	64.3		10.0	52.3	214.6	0+	361.0	10.3	10.2	11.6
0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+	0+
	107.1		0+	522.7	214.6	326.3	361.0	0+	81.7	150.2
0+	0+	0+	0+	0+	42.9	0+	0+	16.9	61.3	23.1
0+		21.8	0+	13.1	42.9	46.6	130.4	113.4	10.2	0+
380	600	120	150	1150	2060	2680	3430	660	470	670

175	15	45	34	79	157	24	17	5	115	1
	7			6						
175	22	45	34	85	157	24	17	5	115	1
	1						1			
		28								
	3		2					1		
0	4	28	2	0	0	0	1	1	0	0

y Stage Collected by the *Tokiwa-Maru*, November 1956

uantitative net for 5 minutes at *ca.* 1 knot)

13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
XI. 10	〃	〃	〃	〃	XI. 12	〃	〃	XI. 13	〃	〃
13.30	14.30	09.50	12.—	11.07	12.04	14.21	13.14	12.40	10.01	11.22
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
810	950	530	190	570	1900	2050	2070	230	1620	660
530	610	350	110	100	1020	1300	1720	130	550	250
280	340	180	80	470	880	750	350	100	1070	410
8	14	1	1	4	2	15	9	1		2
4	24		1		7	6	44	4		1
	46			3	56	3	151	2	1	1
3	21			1	99	2	89			1
	2				47	5	26		1	2
					10	1	2		1	2
15	107	1	2	8	221	32	321	7	3	9

App. TABLE 8. Number of Fish Eggs and Larvae Collected by the *Tokiwa-Maru*, November 1956
(Horizontal surface tows by 1.3 m-plankton net for 5 minutes at *ca.* 1 knot)

	Station number	3	5	11	15	17	20	25	29	33	Total
	Date	XI. 5	XI. 6	XI. 9	XI. 10	〃	〃	XI. 12	XI. 13	〃	
	Time	13.10	09.15	11.25	14.30	09.50	11.40	14.21	12.40	11.22	
Fish eggs	Labridae		3	98	19	161	34	23	13	13	364
	Unidentified,										
	with single oil-globule, type C*	8		4	6				1	1	20
	〃 〃 type D	11									11
	with no oil-globule, type D				1						1
	with many oil-globules, type A			2							2
	〃 〃 type B	1									1
	Total	20	3	104	26	161	34	23	14	14	399
Fish larvae	*Engraulis japonica* (Houttuyn)			1			5				6
	Labracoglossa argentiventris Peters			5	4			1		4	14
	Labridae					7					7
	Hexagrammidae							3	1		4
	Triglidae			1							1
	Other fish larvae			1							1
	Total	0	0	8	4	7	5	4	1	4	33

* For the definition of types of eggs, see text p. 21.

App. TABLE 9. List of Bottom Animals Collected with Beam Trawl or Niino's Dredge of the R.V. *Soyo-Maru*, November 1956

St. G 1 XI. 9, 16.30–16.35; 36°04′.0 N, 140°41′.1 E; depth 20 m (Dredge)

Echinodermata	*Echinocardium cordatum* (Pennant)	3

St. G 3 XI. 9, 18.55–19.00; 36°04′.6 N, 140°58′.6 E; depth 230 m (Dredge)

Cyclostomata	*Eptatretus okinoseanus* (Dean)	1
Echiuroidea	Bonellidae	3
Echinodermata	*Echinocardium cordatum* (Pennant)	1

St. G 5 XI. 9, 14.39–14.41; 36°12′.6 N, 140°49′.0 E; depth 65 m (Dredge)

Echinodermata	*Echinocardium cordatum* (Pennant)	6
	Lovenia sp.	3
	Stegophiura sterea H.L. Clark	5
	Ophiroidea	1
Crustacea	*Eupagurus* sp.	1
Mollusca	*Minolia subangulata* Kuroda et Habe	1
	Machaeoplax delicata Dall	4
	Buccinum (*Volutharpa*) *perryi* (Jay)	1
	Dentalium (*Episiphon*) *makiyamai* Kuroda et Kikuchi	2
	Dentalium (*Paradentalium*) *nivosum* Kuroda et Kikuchi	4
	Dentalium (*Dentale*) *weinkauffi* Dunker	2
	Venericardia (*Cyclocardia*) *ferruginea* Clessin	1
	Remains 6 spp. (9 ind.)	

St. G 7 XI. 9, 13.10–13.14; 36°20′.0 N, 140°41′.5 E; depth 32 m (Dredge)

Echinodermata	: *Echinocardium cordatum* (Pennat)	1
Crustacea	: *Dorippe granulata* (de Haan)	1
	Eupagurus sp.	1
Mollusca	: *Pecten albicans* Schröter	1
	Nassarius coelatus A. Adams	1
	Myurella bathyraphe (Smith)	2
	Remains 14 spp. (49 ind.)	

St. G 11 XI. 9, 11.30–11.40; 36°27′.1 N, 140°50′.6 E; depth 88 m (Dredge)

Mollusca	: Remains 3 spp. (4 ind.)	
Polycheata	: *Mesochaetopterus minutus* Potts ?	1
	Lanica conchilega (Pallas) ?	1
	Glycera sp.	1
	Sp. unknown	1
	Sp. unknown	1
Coelenterata	: *Calicogorgia granulosa* Kükenthal et Gorzawsky	1
	Axifera	many

St. G 12 XI. 9, 10.28–10.36; 36°28′.6 N, 140°44′.2 E; depth 44 m (Beam trawl)

Mollusca	: *Pycnodonta cochlear* (Poli)	1
	Hiatella orientalis (Yokoyama)	1
	Pyrene burcardi (Dunker)	1
	Remains 29 spp. (237 ind.)	
Coelenterata	: Melitodidae	many
Porifera	: *Reniera* ? sp.	many

St. G 13 XI. 9, 09.30–09.38; 36°33′.4 N, 140°47′.5 E; depth 55 m (Beam trawl)

Echinodermata	: *Temnopleurus* ? sp.	1
	Luidia quinaria von Martens	3
Crustacea	: *Balanus rostratus* Hoek	11
Coelenterata	: Calyptoblastea	many
Porifera	: *Tethya* ? sp., *Reniera* ? sp.	many

St. G 16 XI. 7. 08.18–08.48; 36°36′.8 N, 141°09′.6 E; depth 300 m (Beam trawl)

Pisces	: *Bathygadus nipponicus* (Jordan et Gilbert)	1
	Physiculus japonicus Hilgendorf	2
	Aptocyclus ventricosus (Pallas)	1
	Sebastolobus macrochir (Günther)	42
	Lycogramma zesta (Jordan et Fowler)	1
	Zestichithys tanakai Jordan et Hubbs	1
	Lycodes caudimaculatus Matsubara	25
	Stichaeus grigorjewi Herzenstein	1
	Diaphus coeruleus Klunzinger	2
Echinodermata	: Echinoidea	53
	Mediaster arcuatus (Sladen)	7
	Solaster borealis (Fischer)	9
	Ctenodiscus crispatus (Rezius)	2
	Zygophiurae	7
Crustacea	: *Chionoecetes opilio* O. Fabricius	26
	Eupagurus trigonocheirus Stimpson & *E. cavimanus* Miers	38
	Sergestes nipponensis Yokoya	399
	Spirontocaris spathulirostris Yokoya	54
	Heterocarpus sibogae de Man	1

	Pandalus nipponensis Yokoya	1
	Pandalus sp.	2
	Holmesiella afinis Ii	15
	Eusiridae	32
	Lysianassidae	1
	Cumacea	1
	Euphausia pacifica H.J. Hansen	1
Mollusca	*Polypus dofleini* Wülker	4
	Rossia pacifica Berry	5
	Lischkeia argenteonitens hirasei Taki et Otuka	66
	Buccinum leucostoma (Lischke)	46
	Japelion hirasei (Pilsbry)	2
	Neptunea constricta (Dall)	3
	Neptunea intersculpta (Sowerby)	3
	Volutopsius middendorffi hirasei Pilsbry	10
	Fulgoraria prevostiana magna Kuroda et Habe	2
	Dermatomya tenuiconcha soyoae Habe	1
	Nudibranchia	6
	Remains 6 spp. (77 ind.), Buccinidae egg case many	
Polychaeta	Polinoidea	2
Coelenterata	*Eubolocera multicornis* (Verrill)	3
	Actiniaria	1

St. G 18 XI. 7, 10.57–11.18; 36°42′.5 N, 141°01′.5 E; depth 120 m (Beam trawl)

Pisces	*Lophius litulon* (Jordan)	1
	Lotella maximowiczi Herzenstein	3
	Myxocephalus sp.	1
	Suruga fundicola Jordan et Snyder	8
Echinodermata	*Echinocardium cordatum* (Pennant)	7
	Lovenia sp.	3
	Temnopleurus reevesii (Gray)?	20
	Holothuria sp.	16
	Distolasterias nipon (Döderlein)	3
	Persephonaster euryactis misakiensis Goto	1
Crustacea	*Schizophroida simodaensis* Sakai	1
	Crago sp.	169
	Spirontocaris spathulirostris Yokoya	3
	Anomura	1
	Parastilomysis paradoxa Ii	139
	Lophogaster sp.	25
	Eusiridae	2
Mollusca	*Philine japonica* Lischke	7
	Balcis peronellicola Kuroda et Habe	2
	Remains 1 sp. (2 ind.)	

St. G 20 XI. 7, 12.55–13.05; 36°49′.8 N, 140°53′.8 E; depth 44 m (Beam trawl)

Echinodermata	*Persephonaster euryactis misakiensis* Goto	1
	Mediaster arcuatus (Sladen)	1
	Goniasteridae	2
	Luidia quinaria von Martens	3
	Ophiura kinbergi Ljungman	1
Crustacea	*Charybdis bimaculata* (Miers)	1

App. TABLE 10. List of Bottom Animals Collected with Niino's Dredge of the R.V. *Tokiwa-Maru*, November, 1956

St. 4 XI.6, 10.00–10.05; 36°13′.0 N, 140°35′.2 E; depth 13 m
Cirripedia : Remains 20 indiv. (1 sp.)

St. 20 XI. 10, 11.40–11.45; 36°28′.0 N, 140°40′.2 E: depth 30 m
Cirripedia : Remains 1 indiv. (1 sp.)
Mollusca : Remains 2 indiv. (2 spp.)

St. 26 XI. 12, 13.40–13.45; 36°33′.4 N, 140°44′.0 E; depth 33 m
Mollusca : Remains 52 indiv. (18 spp.)

St. 28 XI. 13, 13.15–13.20; 36°36′.7 N, 140°42′.5 E; depth 12 m
Mollusca : Remains 29 indiv. (9 spp.)

St. 32 XI. 13, 10.40–10.45; 36°40′.0 N, 140°46′.6 E; depth 35 m
No animal collected.

App. TABLE 11. Radioactivity of Plankton Collected by 60 cm-net, Type C, of the R.V. *Soyo-Maru*, November 5-7, 1956

Species		St.	Date (1956)	Depth (m)	Wet sample			Ashed sample			
					Date	Weight (gr)	cpm	Date (1957)	$\frac{A.W.}{W.W.}$(%)	Weight (gr)	cpm
Mixed plankton	混合プランクトン	G 3	XI. 7	0	56. XI. 29	2.37	−1.4±1.3	I. 28	0.5	0.0049	0.5±1.5
〃	〃	〃	〃	10	56. XII. 7	1.74	−0.1±1.4				
〃	〃	〃	〃	30	56. XI. 29	1.26	0.8±1.3	I. 23	0.6	0.0052	−1.8±1.5
〃	〃	G 7	XI. 6	0	56. XI. 19	1.35	2.2±1.3	I. 24	1.1	0.0092	−1.7±1.5
〃	〃	〃	〃	10	〃	1.94	1.4±1.3	I. 29	1.2	0.011	0.3±1.5
〃	〃	G 9	XI. 6	0	56. XII. 7	2.35	0.9±1.3	I. 26	1.3	0.011	1.7±1.5
〃	〃	〃	〃	10	〃	1.82	1.7±1.3				
〃	〃	〃	〃	30	56. XI. 9	1.65	1.1±1.3	I. 24	1.1	0.010	1.3±1.5
〃	〃	G 12	XI. 6	0	56. XII. 8	1.50	0.3±1.3	I. 26	1.4	0.011	1.8±1.5
〃	〃	〃	〃	10	56. XI. 9	1.75	1.3±1.3				
〃	〃	〃	〃	30	〃	1.67	0.2±1.3	I. 28	1.3	0.011	−0.7±1.4
〃	〃	〃	〃	0, 10, 30				II. 9		0.50	11.9±1.7
〃	〃	〃	〃	〃				II. 11		0.31	8.7±1.7
〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.20	4.4±1.4
〃	〃	〃	〃	〃				IV. 18		0.25	7.2±1.5
〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.19	3.6±1.5
〃	〃	〃	〃	〃				IV. 25		0.50	11.1±1.5
〃	〃	G 15	XI. 5	0	56. XII. 8	1.40	−0.5±1.3	I. 24	1.1	0.011	−0.4±1.5
〃	〃	〃	〃	10	56. XI. 19	1.62	0.2±1.3				
〃	〃	〃	〃	30	56. XII. 8	0.67	−1.2±1.3	I. 28	1.5	0.0049	−1.8±1.5
〃	〃	G 20	XI. 5	0	56. XI. 29	1.09	0.9±1.3	I. 28	0.8	0.0052	2.6±1.5
〃	〃	〃	〃	10	56. XI. 30	2.40	−0.6±1.3				
〃	〃	〃	〃	30	〃	1.23	1.8±1.3	I. 26	0.7	0.0046	0.7±1.5
〃	〃	〃	〃	0, 10, 30				II. 11		0.20	1.9±1.7
〃	〃	G 22	XI. 5	0	56. XI. 30	1.56	0.3±1.3	I. 26	0.9	0.010	−0.2±1.5
〃	〃	〃	〃	10	〃	1.55	−1.6±1.3				
〃	〃	〃	〃	30	〃	0.80	0.3±1.3	I. 26	1.0	0.0053	0.5±1.5
〃	〃	〃	〃	0, 10, 30				II. 11		0.18	1.4±1.7
〃	〃	G 3～ G 22		0, 10, 30				I. 29		0.15	0.2±1.5

Species	St.	Date (1956)	Depth (m)	Wet sample			Ashed sample			
				Date	Weight (gr)	cpm	Date (1957)	$\frac{A.W.}{W.W.}$(%)	Weight (gr)	cpm
Velella lata カツオノカンムリ1)	G 1	XI. 6	0	56. XII. 4	1.30	−1.0±1.3	I. 28	0.4	0.0038	−1.5±1.4
Physalia physalis utriculus カツオノエボシ2)	G 1	XI. 6	0	56. XII. 4	0.55	−0.6±1.3	〃	0.7	0.0029	0.4±1.5
Sergestes nipponensis No. 1 サクラエビ類3)4)	G 16	XI. 7	0←Bottom (300m)	56. XII. 5	1.09	−0.5±1.2	I. 23	2.4	0.0071	0±1.4
Sergestes nipponensis No. 2 〃	〃	〃	〃				II. 9		0.85	18.5±1.6
〃	〃	〃	〃				IV. 18		0.85	14.0±1.6
〃	〃	〃	〃				〃		0.67	13.3±1.6
〃	〃	〃	〃				〃		0.33	8.6±1.5
〃	〃	〃	〃				V. 11		0.85	16.2±0.9*
〃	〃	〃	〃				〃		0.67	14.5±0.9*
〃	〃	〃	〃				〃		0.33	8.4±0.9*
〃	〃	〃	〃				V. 14		0.85	15.4±0.9*

1) Of the specimens caught by 1.3 m-net, an individual weighing 1.3 g. was used.
2) Of the specimens caught by 1.3 m-net, an individual weighing 0.55 g. was used.
3) Netted by beam trawl.
4) Of the specimens used for the radioactive assessment, 10 individuals sampled averaged 5.1 cm. in length, and 0.79 g. in weight.
* Background and sample counting, each for 10 minutes in turn, were carried out eight times, respectively.

App. TABLE 12. Radioactivity of Nekton Collected at Beam Trawl Station G 16 (Depth 0←bottom, 300 m) of the R.V. *Soyo-Maru*, November 7, 1956

Species	Sample used[1]			Wet sample			Ashed sample			
	Number of ind	Mean length(cm)	Mean weight(gr)	Date (1956)	Weight (gr)	cpm	Date (1957)	A.W./W.W. (%)	Weight (gr)	cpm
Myctophum affine スズキハダカ[2]	1			XII. 4	0.64	−0.2±1.3	I. 23	2.4	0.050	1.1±1.5
Sebastolobus macrochir キチジ	1		7.4	XII. 5	7.44	1.2±1.3	I. 22	2.1	0.049	3.2±1.4
〃 〃	2	9.6	34.0				II. 9		1.17	12.0±1.8
〃 〃	〃	〃	〃				IV. 17		1.00	12.7±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.67	9.6±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.33	5.9±1.5
〃 〃	〃	〃	〃				IV. 22		1.17	13.6±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				〃		1.00	10.5±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.67	8.0±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.37	5.9±1.5
〃 〃	〃	〃	〃				IV. 24		1.17	9.9±1.0*
〃 〃	〃	〃	〃				〃		1.00	11.6±0.8**
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.67	8.9±0.9**
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.33	4.8±0.8**
〃 〃	〃	〃	〃				IV. 25		1.17	10.1±1.6
Lycodes caudimaculatus イレズミガジ			4.4	XII. 5	4.44	−1.3±1.3	I. 24	2.0	0.050	1.3±1.4
Physiculus japonicus チゴダラ	2	28.5	72.0				II. 11		1.00	18.0±1.8
〃 〃	〃	〃	〃				〃		1.00	17.5±1.7
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.67	13.0±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				〃		0.33	8.6±1.6
〃 〃	〃	〃	〃				V. 11		1.00	16.6±0.9**
〃 〃	〃	〃	〃				V. 12		0.67	14.4±0.9**
〃 〃	〃	〃	〃				V. 13		0.33	7.4±0.8**
Rossia pacifica ボウズイカ	1	1.9[3]	4.8	XII. 5	4.75	−0.9±1.2	I. 23	0.7	0.010	0.4±1.5

1) Although these were sampled, for radioactive assessment, out of the materials collected, all of them were not necessarily used for the determination. When only one specimen was measured in weight and length, the data show the measurements of that specimen.

2) Collected from the surface by 1.3 m-net on November 5, 1956.

3) Of the specimens collected, an individual with mantle length of 1.9 cm. was used.

* Before and after sample counting for 50 minutes, background was counted each for 40 minutes.

** Background and sample countings, each for 10 minutes in turn, were carried out eight times, respectively.

Species	St.	Sample used[1]			Wet sample			Ashed sample			
		Number of ind.	Mean length (cm)	Mean weight (gr)	Date	Weight (gr)	cpm	Date (1957)	A.W./W.W. %	Weight (gr)	cpm
Holothuria sp. No. 1 ナマコ類	G 18[2]	1	12.5	50.4				I. 26	0.9	0.012	−0.5±1.5
Holothuria sp. No. 2 〃	G 18[2]							II. 17		1.00	6.4±1.7
Temnopleurus sp. サンショウウニ類	G 16	1		22.6	56. XII. 6	22.6	1.4±1.3	I. 22	18.9	0.041	1.1±1.4
〃 〃	〃	〃		〃				I. 29		1.00	1.8±1.4
Temnopleurus reevesii ハリサンショウウニ	G 18[2]	1	6.0[3]					III. 11		1.00	1.3±1.6
Lovenia sp. ヒラタブンブク類	G 18[2]							II. 18		1.86	0.9±1.7
Zygophiurae クモヒトデ類	G 16	1		1.6	56. XII. 5	1.59	0.4±1.3	I. 23	11.7	0.050	0.9±1.5
Solaster borealis No. 1 アカニチリンヒトデ	G 16							II. 17		1.30	1.7±1.7
Solaster borealis No. 2 〃	G 16	1	2.8[4]	47.0				III. 11		1.00	5.7±1.7
Distolasterias nipon ウデナガヒトデ類	G 18[2]	1	15.0[4]					II. 18		1.26	1.4±1.7
Mediaster arcuatus	G 16	1	5.5[4]					III. 11		1.00	3.5±1.7
Chionoecetes opilio ズワイガニ	G 16	1	3.4[5]	19.0				II. 17		1.59	15.0±1.8
〃 〃	〃	〃	〃	〃				IV. 16		1.00	4.9±1.6
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.67	4.1±1.6
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.33	3.0±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		1.59	8.6±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				IV. 22		1.59	8.7±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		1.00	8.0±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.67	6.3±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.33	3.2±1.5
Eupagurus sp. ヤドカリ類	G 16	1						II. 18		1.02	5.2±1.7
Muscle, *Lischkeia argenteonitens hirasei* ヒラセギンエビス筋肉	G 16	4	4.4[6]		57. II. 4	2.34	0.2±1.3	II. 9		0.21	5.1±1.6
Sand in mantle cavity, *L. a. hirasei* ヒラセギンエビス外套膜中の砂	G 16				〃	0.90	0.7±1.3	II. 11		1.13	7.7±1.7
〃 〃	〃							IV. 25		1.13	5.2±1.5
Soft body, *L. a. hirasei* No. 1 ヒラセギンエビス軟体	G 16	1	4.4[6]		56. XII. 5	13.85	0.7±1.3	I. 23	3.9	0.050	−0.8±1.4
Soft body, *L. a. hirasei* No. 2 〃	G 16	1	4.4[6]	8.0				I. 29		1.00	10.7±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				IV. 18		0.79	10.7±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.67	7.2±1.5

Species	Sample used[1]				Wet sample			Ashed sample			
	St.	Number of ind.	Mean length (cm)	Mean weight (gr)	Date	Weight (gr)	cpm	Date (1957)	$\frac{A.W.}{W.W.}$ (%)	Weight (gr)	cpm
Soft body, *L. a. hirasei* No. 2 ヒラセギンエビス軟体	G 16	1	4.4[6]	8.0				IV. 18		0.33	6.6±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				IV. 22		0.79	8.6±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.67	7.5±1.5
〃 〃	〃	〃	〃	〃				〃		0.33	6.5±1.5
Internal organ, *L. a. hirasei* ヒラセギンエビス内臓	〃	4	4.4[6]		57. II. 4	2.68	1.7±1.3	II. 9		1.38	31.7±1.9
〃 〃	〃	〃	〃					II. 11		0.10	5.0±1.7
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.20	9.5±1.7
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.37	12.8±1.8
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.56	20.0±1.8
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.79	27.0±1.9
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.81	19.3±1.8
〃 〃	〃	〃	〃					〃		1.01	25.6±1.9
〃 〃	〃	〃	〃					〃		1.17	27.9±1.9
〃 〃	〃	〃	〃					II. 12		0.59	18.4±1.8
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.79	24.2±1.8
〃 〃	〃	〃	〃					〃		1.37	27.2±1.9
〃 〃	〃	〃	〃					IV. 18		1.00	16.9±1.6
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.67	13.0±1.6
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.32	9.8±1.5
〃 〃	〃	〃	〃					IV. 26		1.37	22.2±1.7
〃 〃	〃	〃	〃					V. 9		1.37	22.4±1.0*
〃 〃	〃	〃	〃					〃		1.01	17.3±0.9*
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.67	16.0±0.9*
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.33	8.0±0.9*
〃 〃	〃	〃	〃					V. 10		0.68	13.4±0.9*
Shell, *L. a. hirasei* No. 1 ヒラセギンエビス貝殻	〃	1	4.2[6]					IV. 23		1.00	1.5±1.4
Shell, *L. a. hirasei* No. 2 〃	〃	1	3.8[6]					IV. 23		1.00	2.6±1.3
Internal organ, *Buccinum leucostoma* シライトマキ内臓	〃	1	8.5[6]		57. II. 4	1.35	0.1±1.3	II. 18		0.30	11.0±1.8
〃 〃	〃	〃	〃					IV. 18		0.30	13.2±1.6

	St.	Number of ind.	Mean length (cm)	Mean weight (gr)	Date	Weight (gr)	cpm	Date (1957)	$\frac{A.W.}{W.W.}$ (%)	Weight (gr)	cpm
Internal organ, *Buccinum leucostoma* シライトマキ内臓	G 16	1	8.5[6]					IV. 18		0.20	3.8±1.6
〃 〃	〃	〃	〃					IV. 25		0.30	11.2±1.6
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.15	5.9±1.5
〃 〃	〃	〃	〃					V. 10		0.30	10.9±0.9*
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.15	6.5±0.8*
Muscle, *Buccinum leucostoma* シライトマキ筋肉	〃	〃	〃					II. 18		0.41	14.0±1.8*
〃 〃	〃	〃	〃					IV. 17		0.41	9.7±1.6
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.33	10.1±1.6
〃 〃	〃	〃	〃					〃		0.20	5.9±1.5
Shell, *Buccinum leucostoma* シライトマキ貝殻	〃							IV. 23		1.00	2.9±1.3
Philine japonica キャワタ	G 18[2]	1	1.2[6]					II. 11			
Volutopsius middendorffi hirasei リクゼンボラ	G 16	1	4.0[6]					〃			
Fulgoraria prevostiana magna オオヒタチオビ	〃	1	9.2[6]					〃		0.44	5.1±1.7
Neptunea constricta チヂミエゾボラ	〃	1	12.2[6]					〃			
Buccinum leucostoma シライトマキ	〃							〃			
Polychaeta 多毛類	〃	1	2.4		56. XII. 6	2.44	1.5±1.3	I. 24	2.3	0.050	0.5±1.5
Reniera sp. イソカイメン類	G 12[7]							II. 17		0.46	6.0±1.7

1) Although these were sampled, for radioactive assessment, out of the materials collected, all of them were not necessarily used for the determination. When only one specimen was measured in weight and length, the data show the measurements of that specimen.
2) The bottom sounded 120 meters.
3) Shell diameter.
4) Arm length.
5) Carapace length.
6) Shell length.
7) The bottom sounded 44 meters.
* Background and sample countings, each for 10 minutes in turn, were carried out eight times, respectively.

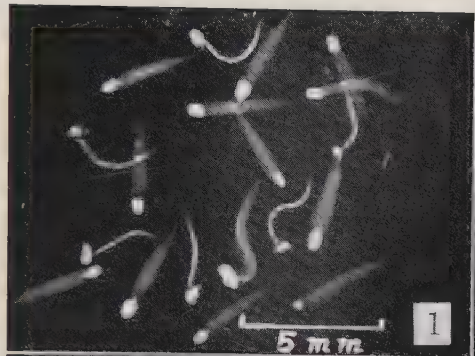
PLATES

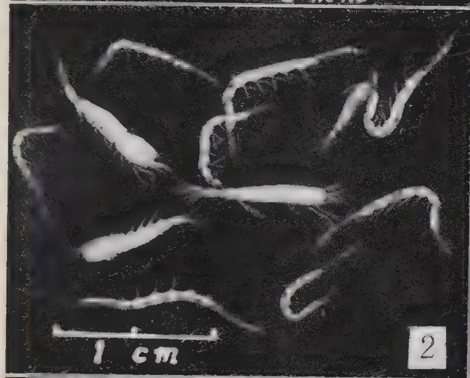
Plate I

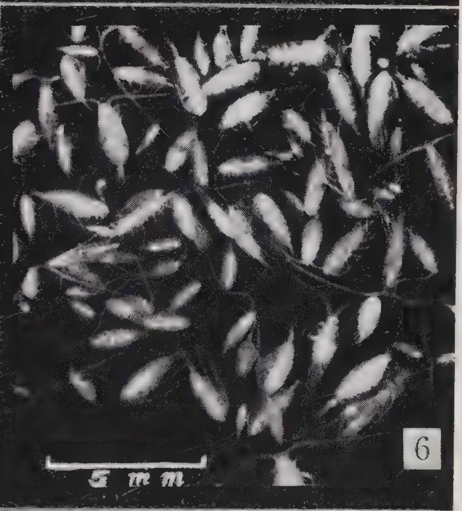
Plankton collected by the plankton nets from various stations

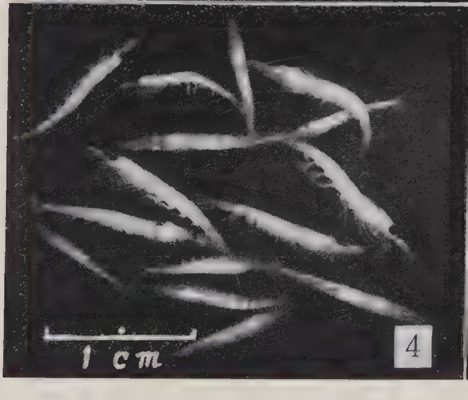
1. Appendicularia: *Oikopleura rufescence* Fol マルオタマボヤ
2. Decapoda (Macrura): *Lucifer raynaudii* Milne-Edwards and *Leptochela gracilis* Stimpson ユメエビとソコシラエビ
3. Decapoda: Zoëa and Megalopa larvae エビ，カニ類の幼生
4. Euphausiacea: *Euphausia pacifica* H.J. Hansen ツノナシアミ
5. Amphipoda 端脚類
6. Copepoda: Including *Calanus finmarchicus* Gunnerus, *Eucalanus subtenuis* Giesbrecht, *Euchaeta marina* Prestandrea etc. 橈脚類
7. Sagittoidea: *Sagitta bedoti* Béraneck ベドートヤムシ

Plate I









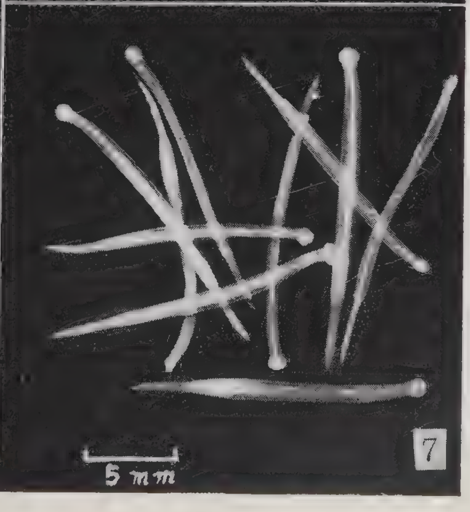


Plate II

Plankton collected by the beam trawl

* 1. *Sergestes nipponensis* Yokoya サクラエビ類 ……………………St. G 16

2. *Pandalus nipponensis* Yokoya ボタンエビ ……………………G 16

3. *Spirontocaris spathulirostris* Yokoya モエビ類 ……………………G 16

4. *Lophogaster* sp. アミ類 ……………………G 18

5. *Crago* sp. エビジャコ類 ……………………G 18

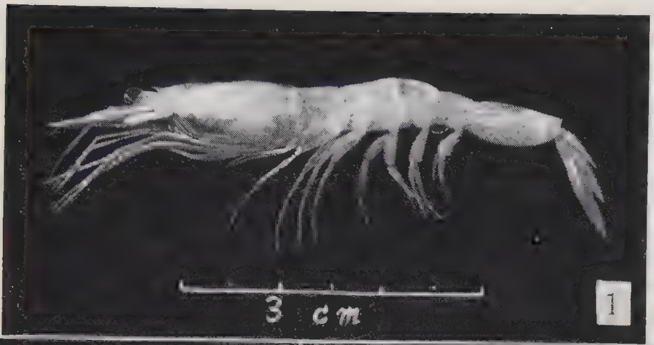
6. *Parastilomysis paradoxa* Ii サゲオイソアミ ……………………G 18

7. *Holmesiella affinis* Ii アミ類 ……………………G 16

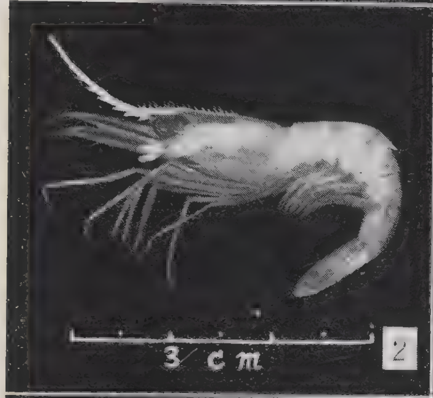
---

* Indicates the specimen belonging to the same species of organism which was used for radioactive determination.

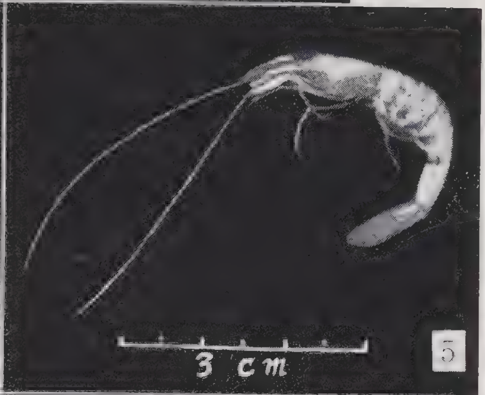
Plate II



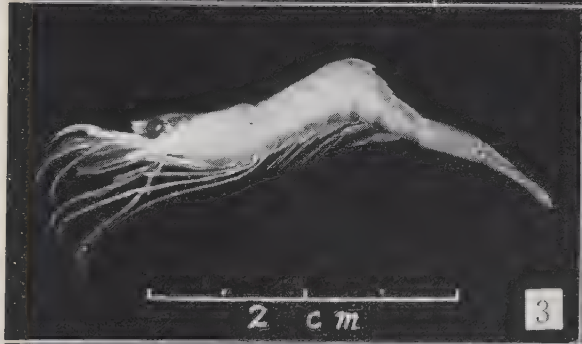
1



2

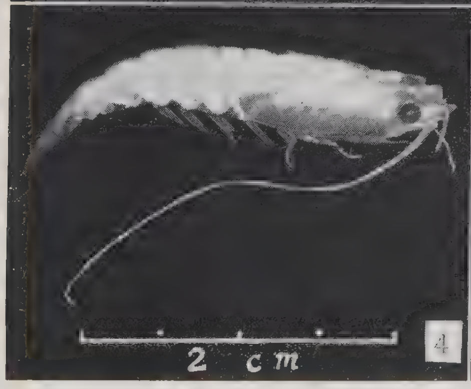


5

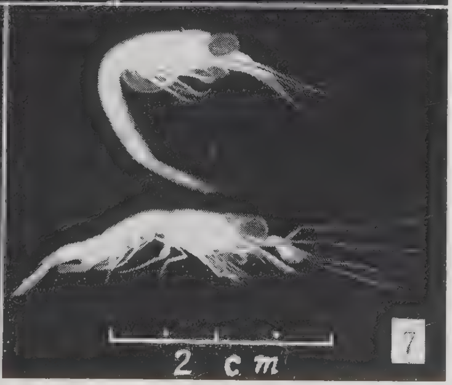


3

6



4



7

Plate III

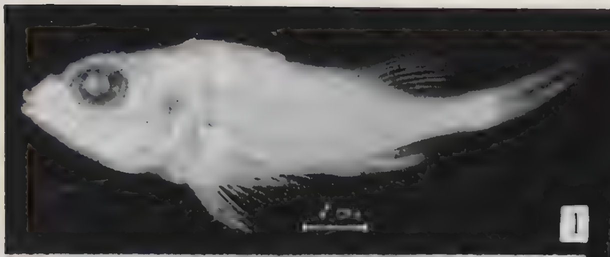
Fishes collected by the beam trawl (except figs. 11 a-e)

* 1. *Sebastolobus macrochir* (Günther) キチジ……………………St. G 16
2. *Aptocyclus ventricosus* (Pallas) ホテイウオ ……………………G 16
* 3. *Lycodes caudimaculatus* Matsubara イレズミガジ ……………………G 16
* 4. *Physiculus japonicus* Hilgendorf チゴダラ……………………G 16
5. *Zestichthys tanakai* Jordan et Hubbs カンテンゲンゲ ……………………G 16
6. *Lycogramma zesta* (Jordan et Fowler) シロゲンゲ ……………………G 16
7. *Stichaeus grigorjewi* Herzenstein ナガヅカ ……………………G 16
8. *Lotella maximowiczi* Herzenstein エゾイソアイナメ ……………………G 18
9. *Suruga fundicola* Jordan et Snyder ヤミハゼ ……………………G 18
10. *Lophius litulon* (Jordan) キアンコウ ……………………G 18
11. a–e Fish larvae collected by the larval net
    a. *Engraulis japonica* (Houttuyn) カタクチイワシ……………………G 19
    b. *Gonorhyncus abbreviatus* Temminck et Schlegel ネズミギス ……G 1
    c. *Labracoglossa argentiventris* Peters タカベ……………………G 1
    d. *Omobranchus elegans* (Steindachner) ナベカ ……………………G 19
    e. Labridae ベラ科……………………G 19

---

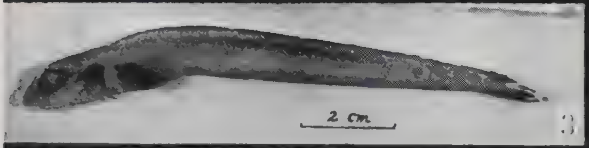
* Indicates the specimen belonging to the same species of organism which was used for radioactive determination.

Plate III



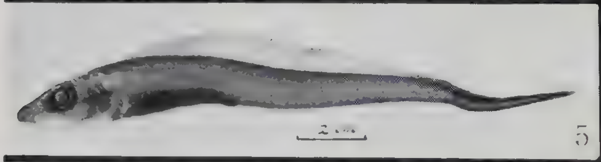
1

2

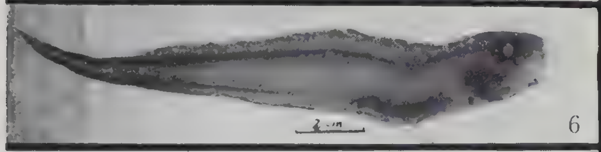


3

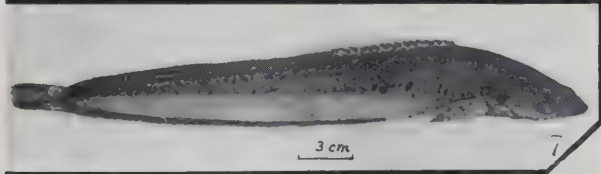
4



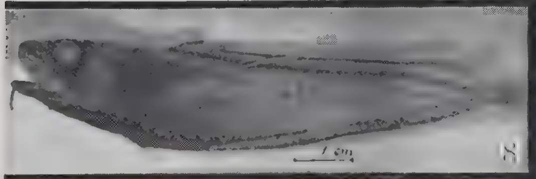
5



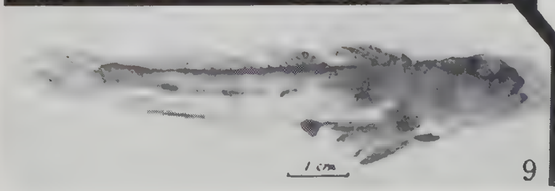
6



7



8



9

10

11

Plate Ⅳ

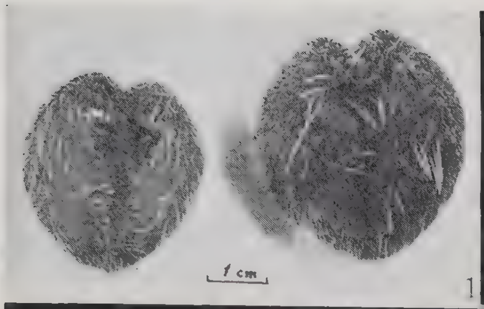
Invertebrates other than mollusks collected by the beam trawl

* 1. *Lovenia* sp. ヒラタブンブク類 ……………………St. G 18
* 2. *Solaster borealis* (Fischer) アカニチリンヒトデ ……………………G 16
* 3. *Mediaster arcuatus* (Sladen) ゴカクヒトデの近似種 ……………………G 16
* 4. *Holothuria* sp. フジナマコ類……………………G 18
5. *Echinocardium cordatum* (Pennant) オカメブンブク ……………………G 18
6. Echinoidea (probably *Temnopleurus*) ウニ類 ……………………G 16
* 7. *Distolasterias nipon* (Döderlein) ウデナガヒトデ類……………………G 18
8. *Eubolocera multicornis* (Verrill) ダーリアイソギンチャク……………………G 16
9. *Persephonaster euryactis misakiensis* Goto モミジモドキ……………………G 18
*10. *Chionoecetes opilio* O. Fabricius ズワイガニ ……………………G 16
*11. *Temnopleurus reevesii* (Gray)? ハリサンショウウニ? ……………………G 18

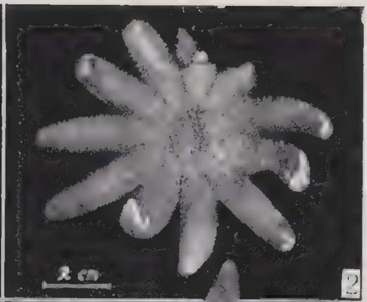
---

* Indicates the specimen belonging to the same species of organism which was used for radioactive determination.

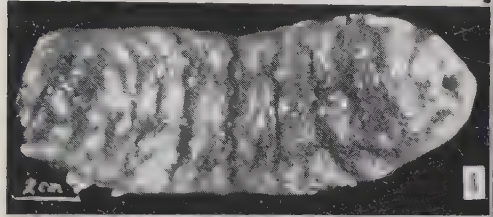
Plate IV



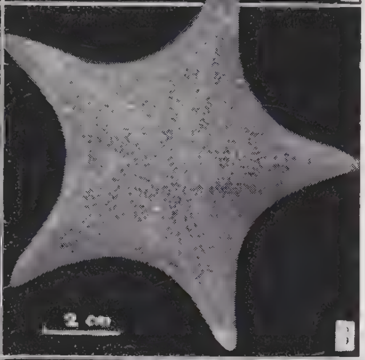
1



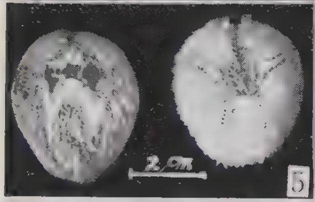
2



3

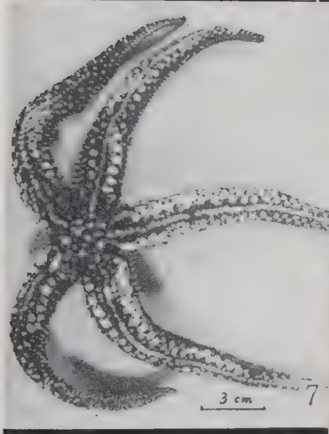


4

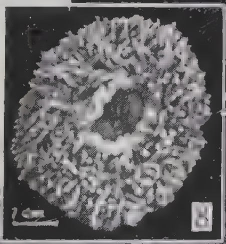


5

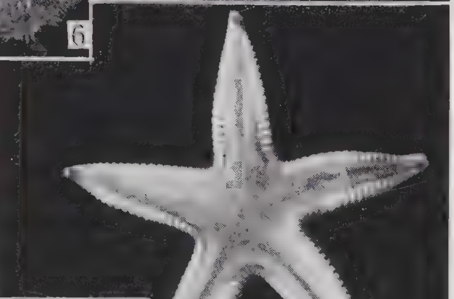
6



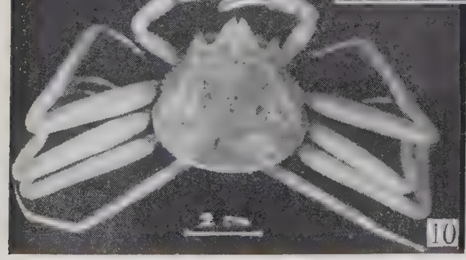
7



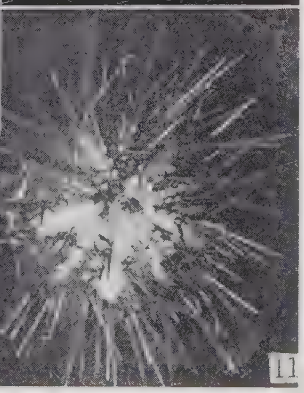
8



9



10



11

Plate V

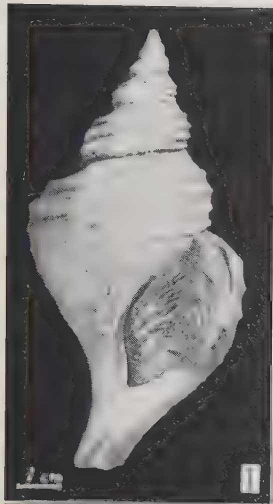
Mollusks collected by the beam trawl or Niino's dredge

1. *Neptunea intersculpta* (Sowerby) エゾボラモドキ ……………………St. G 16
* 2. *Neptunea constricta* (Dall) チヂミエゾボラ ……………………………………G 16
3. *Pecten albicans* Shröter イタヤガイ ………………………………………………G 7
4. *Japelion hirasei* (Pilsbry) ネジヌキバイ …………………………………………G 16
* 5. *Buccinum leucostoma* (Lischke) シライトマキ ……………………………………G 16
* 6. *Fulgolaria prevostiana magna* Kuroda et Habe オオヒタチオビ………G 16
* 7. *Rossia pacifica* Berry ボウズイカ …………………………………………………G 16
8. *Dentalium weinkauffi* Dunker ツノガイ ……………………………………………G 5
9. *Dermatomya tenuiconcha soyoae* Habe ビワノタネ ……………………………G 16
*10. *Lischkeia argenteonitens hirasei* Taki et Otuka ヒラセギンエビス …G 16
*11. *Volutopsius middendorffi hirasei* Pilsbry リクゼンボラ ……………………G 16

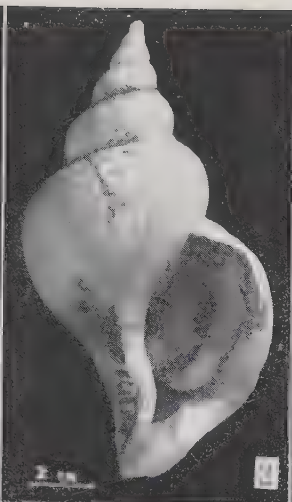
---

* Indicates the specimen belonging to the same species of organism which was used for radioactive determination.

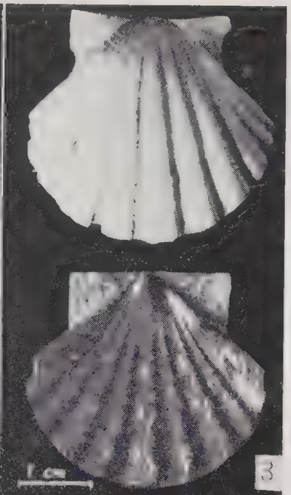
Plate V



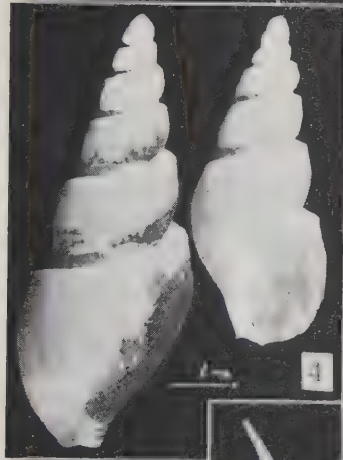
1



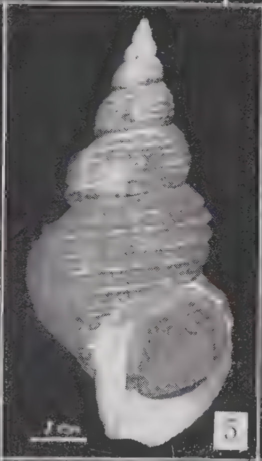
2



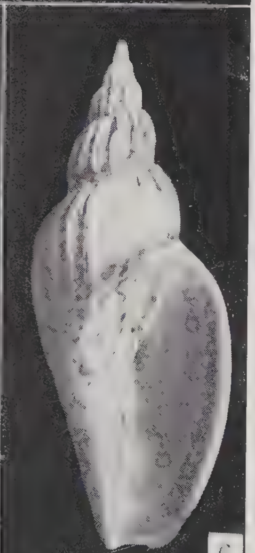
3



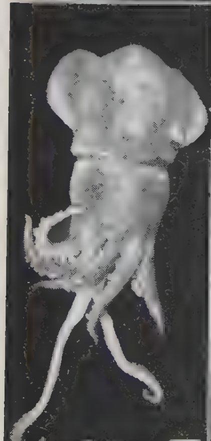
4



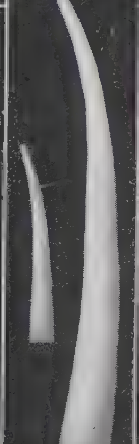
5



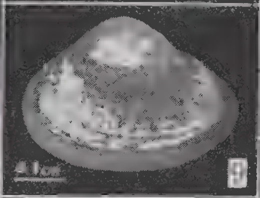
6



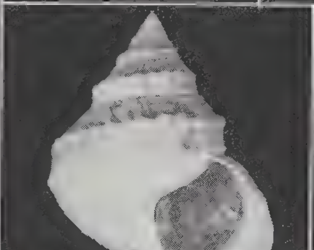
7



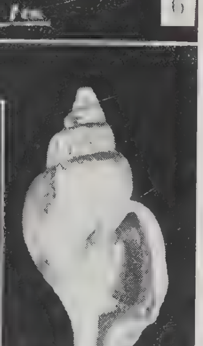
8



9



10



11

鹿島灘産貝類に関する二，三の知見*

奥谷喬司
（東海区水産研究所）

はしがき……81
採集方法及び要目……81
種類と分布の考察……82
a） 300 m（深度），（St. G 16）……82
b） 100 m 附近（St. G 11，G 18）……84
c） 50 m 附近及びそれ以浅（St. G 5，G 7，G 12）……84
引用文献……86
English Abstract……87

はしがき

東海区水産研究所は，日本原子力研究所の依頼によつて，1955年11月5日～9日にわたり蒼鷹丸（258トン）を用い，日本原子力研究所の所在する茨城県東海村を中心に鹿島灘の海洋諸調査を行った．調査海域はほぼ 36°～36°50′N，140°40′～141°10′E の範囲である．水理調査，海底沈澱物調査の実施要目・結果に関してはそれぞれ渡辺その他（1957），深井その他（1957）によって原研調査報告2に報告され，生物調査（放射能調査を含む）は，中井その他（1957）によってなされた．ここには鹿島灘産貝類の種類，分布の知見について紹介検討する．

鹿島灘産貝類に関し，邦人による研究としては大塚（1939）が *Calliostoma kiheiziebis* キヘイジエビスを鹿島灘深度 600 m より記載して以来，同灘における貝類一汎の分布，棲息深度及び群集（assemblage）に関しては多くの人々の意見がある．すなわち三陸沖から鹿島灘，更に九十九里沖方面で操業する底曳網が銚子にもたらす底魚などの漁獲物に混獲されて来る貝類から鹿島灘近海の貝類相を明らかにしようとする試みが桜井（1953，1955，1956），鹿間（1955），里吉（1956）等によってなされている．併しながらそれらの多くが漁業者からの聞き込みや，漁獲物からの推断による断片的な記述である場合が多く，原田その他（1956）による（極めて狭い範囲であるが）鹿島灘瀕岸部における底棲動物相の研究のような報文は極めて少ない．

今回の蒼鷹丸による貝類の試料は極めて僅かな種類で，6地点から腹足類16種，掘足類3種，斧足類5種（遺骸は腹足類15種，掘足類1種，斧足類36種）が採集されたに過ぎないが，従来正確な採集位置・深度等の記録に欠けている点を補い，分布に関する一つの資料に供し度いと思う．

終始懇切な御指導及び御批判を賜った東海区水産研究所中井甚二郎資源部長に深謝の意を表わす．

採集方法及び要目

集方法・要目はすでに中井等（1957）の中に述べるが，それを摘要すれば次の通りである．採集用具は二重嚢式ビームトロール（Russell 式の改良型；外嚢口 210 cm × 90 cm，長さ 720 cm，網目 3～6 cm；内嚢口 150 cm × 36 cm，長さ 360 cm，全網改良綟 120

海区水産研究所業績B第267号

経 6×6）及び新野式ドレッヂ（口部 45 cm×15 cm，全長 60 cm，嚢網部カンバス製）を用い，船速約 2 ノットで曳いた．

横断観測とプランクトンの採集を実施した地点は 22 地点，海底沈澱物採集地点は 32 地点，上記採集用具の何れかによる底棲生物採集地点は 10 地点であって，貝類の採集されたのは下記の 6 地点であつた．測深は Echo-sounder によるものである（Fig. 1）．

St.	採集月日	位　　置	水深（m）	曳網時間*（分）	
G 5	1956.XI.9	36°–12.6 N 140°–49.0 E	65	2	ドレッヂ
G 7	〃	36°–20.0 N 140°–41.5 E	32	4	
G 11	〃	36°–27.1 N 140°–50.6 E	88	10	
G 12	〃	36°–28.6 N 140°–24.2 E	44	8	ビーム・トロール
G 16	1956.XI.7	36°–36.8 N 141°–09.6 E	300	30	
G 18	〃	36°–42.5 N 141°–0.15 E	120	21	

（* 採集器具が充分海底に達し，曳航の後捲上げを開始する迄の時間）

他の地点における採集要目・採集物地点別目録・海底沈澱物粒度組成等は前述のようにすでに報告されている．

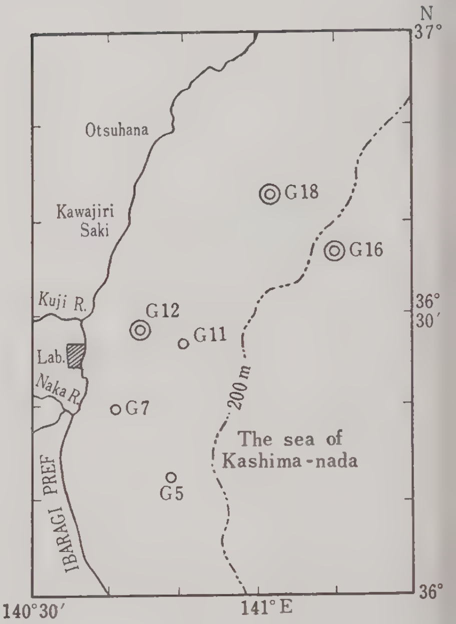


Fig. 1 Stations where molluscan shells were collected (Nov. 7 & 9, '56, R.V. *Soyo-Maru*
○: Dredge, ◎: Beam Trawl

種類と分布の考察

鹿島灘沖の底曳網漁業を深度によって分けて，桜井（1953）は 200 m 以深の沖曳と 5～100 m の灘曳とし，里吉（1956）は 40～80 尋の打瀬，80～150 尋の中曳，150 尋以深の灘曳とした．今回の採集深度からみて，一応それらの意見を考慮して，沖の方 300 m 線附近の St. G 16，100 m 線上下の St. G 11 及び G 18，50 m 附近及びそれ以浅の St. G 5，G 7，G 12 の 3 地点群に分けて考察を進める．

a） 300 m（St. G 16）

St. G 16 に於ける採集深度は 300 m でビームトロールが 30 分間曳かれた．この回の採集によって中井等（1957）が App. Table 9 に示したように多種にわたる魚類・甲殼類・棘皮類等に混って下記のように多くの貝類を得た．生貝は，

Lischkeia argenteonitens hirasei Taki et Otuka　ヒラセギンエビス　66個体
Buccinum leucostoma (Lischke)　シライトマキ　4
Japelion hirasei (Pilsbry)　ネジヌキバイ
Neptunea constrica (Dall)　チヂミエゾボラ
Neptunea intersculpta (Sowerby)　エゾボラモドキ
Volutopsius middendorffi hirasei Pilsbry　リクゼンボラ　1
Fulgoraria prevostiana magna Kuroda et Habe　オヽヒタチオビ
Dermatomya tenuiconcha soyoae Habe　ビワノタネ

であった．死殻は上記ヒラセギンエビス（16個体），シライトマキ（53 個体）の空殼（*Eupagurus* が占拠していた）の他，*Natica clausa* Broderip et Fischer イイロタマガイ，*Euspira* sp.，*Fusitriton oregon* *se* (Redfield) アヤボラ，*Ancitrolepis fujitai* Ku da フジタバイが見出された．

今回，採集されたヒラセギンエビスとシライトマキ
殻高頻度分布は Fig. 2 に示したように前者は34～
mm 位のものが多く，全体の 60 %以上はこの級に
し，後者は 80 mm 位のものが多かった．*Volutopsi-*
, *Japelion*, *Fulgoraria* はすべて若い小型の個体
列えばオ、ヒタチオビ，殻高 91，94 mm；ネジヌキ
イ 53，70 mm）であった．

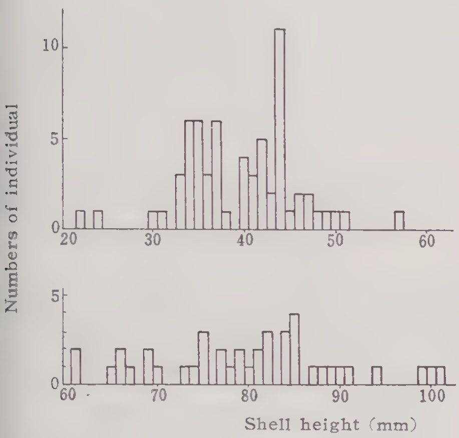


Fig. 2 Shell height frequency of *Lischkeia argenteonitens hirasei* (upper) and *Buccinum leucostoma* (lower) collected from St. G 16.

この採集地点は中井等（1957，Fig. 46）に示され
ように大陸棚崖に位置し，いわゆる Archibenthic
ne で大山（1952）の Bathyal fascia に相当す
今回の観測に依れば，この地点の海底水温は4.37°
278 m）で，これは海況的にみて寒流系水で，死殻
こも暖水系種と認められるものが一種も見当らない
ら，この地点のこの深度では相当長期にわたって環
の変化が少なかったのであろう．上記貝類と共に採
された動物のうちで主なものを挙げると，魚類では
bastolobns macrochir（Günther）キチジ，*Lycodes*
udimaculatus Matsubara イレズミガジ，*Physi-*
lus japonicus Hilgendorf チゴダラ，甲殻類では
ionoecetes opilio O. Fabricius ズワイガニ及び
pagurus に属する歪尾類，棘皮類では *Solaster*
realis（Fischer）アカニチリンヒトデ，頭足類では
lypus dofleini Wülker ミズダコ，*Rossia pacifica*
rry ボウズイカなどである．

この地点で採られた貝類は吉良（1943，1954）によ
ば，何れも 100 尋前後に分布するものとされている．
子沖の底曳漁業ではこの深度は“沖曳き”の場所
あって，桜井（1953）によるとヒラセギンエビス—シライトマキ群集は，キチジ—イレズミガジを常に伴い，200～300 m ではこれに少数の *Fulgoraria*, *Neptunea*, *Acila divaricata*（Hinds）オニキララ，*Paphia schnelliana*（Dunker）オオスダレが伴うとしている．このような群集の点から人により種々の見解に基き貝の分布深度が推断されている．今回の試料については他に深度の似た地点における採集が充分行われていないので，一般的な議論に導くことは危険であるが，一応ヒラセギンエビス—シライトマキ群集とキチジ—イレズミガジ群集は分布域が一致しているか又は重なり合う部分があることを確認し得たと思う．

滝，大塚（1942）はヒラセギンエビスの分布深度を鹿島灘 400 m，塩屋埼沖 300 m と記録しているから，本種は更に深い所にも分布していると考えられるが，多くの人の意見では，ほぼ 300 m 附近が本種の垂直分布域で，ネジヌキバイ，リクゼンボラ，*Neptunea*, *Ancitrolepis* 等はそれより更に深い所の分布種群であるとされている．今回の採集結果でもそれらの種類は少数個体しか採集されず，しかも若い個体が多かった事は，此の地点はそれらの主分布域でないことを意味するものであろう．鹿島灘の 300 m 以深からは桜井（1953）などによれば前述のものの外 *Bathybembix aeola*（Watson）コガネエビス，*Calliostoma kiheiziebis* Otuka キヘイジエビス，*Boreotrophon xestra*（Dall）ケショウツノオリイレ，*Neptunea fukuae* Kuroda ユウビエゾボラ，*Ancitrolepis trochoideus*（Dall）チヂワバイ，*A. unicus*（Pilsbry）モロハバイ，*Plicifusus rhyssoides* Dall リクゼンシワバイ，*Volutomitra alaskana* Dall フデヒタチオビ，*Afonia kiheiziana* Kuroda ヤゲンイグチ，*Antiplanes jezonesis*（Dall）エゾイグチ，*Eoscaphander fragilis* Habe オオスイフガイ，*Limopsis uwadokoi* Oyama ミノシラスナガイなどが採れ，又，イレズミガジの消化管の中からは *Neleionella*, *Nuculana*, *Cuspidaria*, *Cadulus*, *Helicoscala* 等に属する稀種が発見されるという．これらは大山（1952）のいう所の Bathyal fascia の亜寒帯中層水系群に相当する．

St. G 16 は 36°36′.8N に位置しており，Kuroda and Habe（1952）によると，ヒラセギンエビス，シライトマキ，チヂミエゾボラ，オオヒタチオビの分布南限は 35°～36°N であるから，この結果と一致する．しかしながらネジヌキバイ（39°N），エゾボラモドキ（39°N），リクゼンボラ（38°N）の分布範囲は少なくとも此の地点迄南方に拡められる．又，St. G 16 で採集されたビワノタネは Habe（1952 a）によれば，従来

青森県八戸沖 444 m，岩手県久慈沖，631 m，宮城県金華山沖 331 m から採集されたと記されている．

シライトマキ，エゾボラ類は利用度が極めて低いが食用に供される腹足類で，これらの棲息密度が比較的高いことは底曳漁業上注目に価する．

b) 100 m 附近（St. G 11，G 18）

100 m 線附近の地点における採集深度は St. G 11 が 88 m（ドレッジ 10 分間），St. G 18 が 120 m（ビームトロール 21 分間）であった．

今回の採集品は此の 2 地点からは極めて少なく St. G 11 からは *Spisula voyi* Gabb ナガウバガイ，*Venericardia*（*Cyclocardia*）*ferruginea* Clessin，クロマルフミガイ，*Siphonalia spadicea*（Reeve）の死殻が，又 St. G 18 からは *Philine japonica* Lischke キセワタ 7 個体，*Balcis peronellicola* Kuroda et Habe 2 個体及び *Dentalium* sp. の死殻が採集されたにすぎない．混獲された動物は St. G 11 では *Mesochaetopterus minutus* Potts スナタバムシなどの Annelida 及び少数のヤギ類で，St. G 18 では *Suruga fundicola* Jordan et Snyder ヤミハゼ，*Lophius lutulon*（Jordan）キアンコウ等の魚類，*Holothuria*，*Echinocardium*，*Temnopleurus*，*Distolasterias* 等の棘皮動物であった．採集物が少なくてはっきりしないが，この採集物中にはヒトデ *Distolasterias nipon*（Döderlein）が含まれているから，鹿間（1955）等のいう，いわゆる「ヒトデに伴う」貝類相に近いものを示すのではないかと思う．

この深度はいわゆる Sublittoral zone であるが，キセワタや *Balcis peronellicola* は東京湾や三崎附近では通常 Eulittoral のものであって，これが 120 m から採集されたのは興味あることである．しかし後者は寄生性腹足類で，その寄主は Habe（1952 b）によれば *Peronella japonica* Mortensen（Laganidae）であるにも拘らず St. G 18 の採集物の中の Echinoidea の中には Clypeasteridae に属するものはなく Regularia 1 種，Spatangonidae 2 種のみ認められた．なおこの地点の底質は sandy mud で底の水温は 15.07°C で，St. G 11 のそれは 15.54°C であった．

c) 50 m 附近及びそれ以浅（St. G 5，G 7，G 12）

St. G 5 は深度 65 m でドレッジが 2 分間曳航され，*Stegophiura sterea* Clark 等の蛇尾類，*Echinocardium cordatum*（Pennant）オカメブンブク等の心形類の棲息する泥底であって，それらに伴い下記のような貝類が採集された．

生貝：*Minolia subangulata* Kuroda et Habe
カドコシタカシタダミ　1 個
Machaeoplax delicata Dall　4
Buccinum（*Volutharpa*）*perryi* Jay
モスソガイ　1
Dentalium（*Episiphon*）
makiyamai Kuroda et Kikuchi
ロウソクツノガイ　2
Dentalium（*Paradentalium*）
nivosum Kuroda et Kikuchi
ユキツノガイ　4
Dentalium（*Dentale*）
weinkauffi Dunker　ツノガイ　2
Venericardia（*Cyclocardia*）
ferruginea Clessin
クロマルフミガイ　1

死殻：*Nassarius coelatus A. Adams* ハナムシ
Nuculana（*Thestyleda*）*yokoyamai*
（Kuroda）アラボリロウバ
Saccella gordonis（Yokoyama）
ゴルドンソデガ
Venericardia（*Cyclocardia*）*ferruginea*
Clessin　クロマルフミガ
Abra impra Kuroda, MS.
マミレリウグウザク
Myadora sp.

このうち *Saccella*，*Abra* は桜井（1956）等によ
て 300 m 位からのイレズミガジの消化管中から採
されているから，この地点より更に深い方に分布域
持つものであろうが，ここの相は大山のいう Subne
itic の fauna で，桜井（1953），鹿間（1955），里
（1955）のいう所の前述 St. G 18 同様「ヒトデに伴
群集」の一部に当るものであろう．ヒトデの類は今
の蒼鷹丸による全採集品中からは 7 種発見されて
て，この「ヒトデ」が何れの種を指すか明らかでな
（*Asterias* を指すのではないかと思われる）．「ヒ
デに伴う貝」は主として *Umbonium*，*Semicassis*，
Phalium，*Siphonalia*，*Tonna*，*Cancellaria*，*Gl*
cymeris，*Pecten*，*Cardium*，*Raeta* 等によって代
されていると云う．尚 St. G 5 における海底水温
14.79°C であった．

St. G 7（32 m：19.24°C）における生貝は，

Pecten albicans，Schröter　イタヤガイ　1 個
Nassarius coelatus A. Adams　ハナムシロ

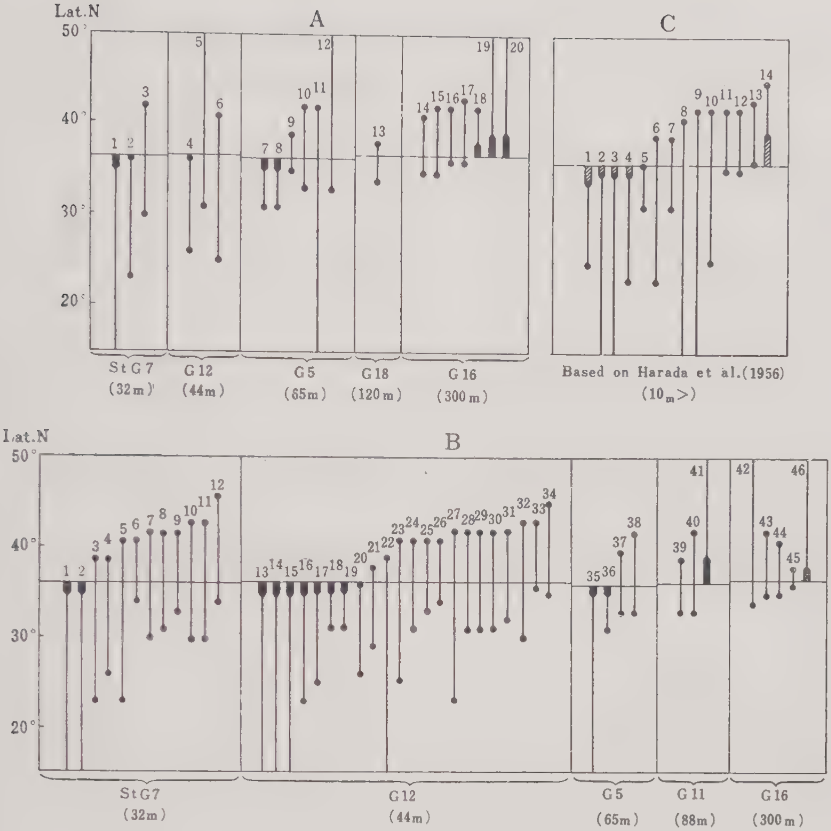


Fig. 3. Latitudinal distribution by species and by stations.

¦ : Based on Kuroda and Habe (1952).

■ : By the present survey.

▨ : By the results obtained by Harada et al. (1956).

A : Species collected alive in the present survey.

B : Species collected as remains in the present survey.

C : Species reported by Harada et al. (1956).

The line across each panel represents the latitudinal positon of the station. Numerals placed at the top of vertical lines indicate molluscan species as follow:

.: 1. *Nassarius coelatus* 2. *Myurella bathyraphe* 3. *Pecten albicans*
4. *Pycnodonta cochlear* 5. *Pyrene burcardi* 6. *Hiatella orientalis*
7. *Dentalium weinkauffi* 8. *Dentalium makiyamai* 9. *Minolia subangulata*
10. *Venericardia ferruginea* 11. *Dentalium nivosum* 12. *Buccium perryi*
13. *Philine japonica* 14. *Lischkeia argenteonitens hirasei* 15. *Buccium leucostoma*
16. *Fulgoraria prevostiana magna* 17. *Neptunea constricta* 18. *Volutopsius middendorffi hirasei*
19. *Neptunea intersculpta* 20. *Japelion hirasei*
: 1. *Chama fragum* 2. *Solen grandis* 3. *Limopsis forskalli*
4. *Spondylus cruentus* 5. *Cardita leana* 6. *Pseudogrammatodon dalli*
7. *Pecten albicans* 8. *Natica janthostomoides* 9. *Venericardia ferruginea*
10. *Arca boucardi* 11. *Heteromacoma janthaiensis* 12. *Solen krusensterni*
13. *Chlamys vesiculosus* 14. *Irus macrophyllus* 15. -1.
16. *Nassarius coelatus* 17. *Cardita nodulosa* 18. *Frigidocardium eos*
19. *Entodesma navicularis* 20. *Pycnodonta cochlear* 21. *Neocollonia pilula*
22. *Acar plicata* 23. =9. 24. *Stomatella lyrata*
25. *Leptothyra rubra* 26. =6. 27. *Anomia lischkei*
28. *Aloides venusta* 26. *Turcica coreensis* 30. *Limea hakodatensis*
31. *Acila insignis* 32. =10. 33. =9. 34. *Protharca adamsi*
35. =16. 36. *Saccella gordonis* 37. *Nuculana yokoyamai*
38. =9. 39. *Siphonalia spadicea* 40. =9.
41. *Spisula voyi* 42. *Natica clausa* 43. *Buccinum leucostoma*
44. *Lischkeia argenteonitens hirasei* 45. *Ancitrolepis fujitai* 46. *Fusitriton oregonense*
: 1. *Meretrix lamarcki* 2. *Donax semigranosus* 3. *Mactra antiquata*
4. *Sunetta menstrualis* 5. *Umbonium gigantea* 6. *Donax kiusiuensis*
7. *Olivella spreta* 8. *Raeta pulchella* 9. *Neverita didyma*
10. *Umbonium moniliferum* 11. *Natica janthostomoides* (as *janthostoma*
12. *Gomphina melanaegis* 13. *Spisula sachalinensis* 14. *Tellina venulosa*

Myurella bathyraphe (Smith) イボヒメトクサ 2

で，St. G 12（44 m：19.03°C）における生貝は，

Pycnodonta cochlear (Poli) ベッコウガキ 1
Hiatella orientalis (Yokoyama) キヌマトイガイ 1
Pyrene burcardi (Dunker) コウダカマツムシ 1

であったが，その他 St. G 7 では 14 種，St. G 12 では 29 種の死殻を得た.

St. G 12 における死殻中には暖水系種と冷水系種とが見られ，この死殻は波部（1956）の内湾の貝類遺骸の分類による Autoecious antochthonous deposition と考えられるから，此処は暖寒流の勢力の消長による fauna の変遷がある所であろうということは既に中井等（1957）の中に述べられている．この場合暖水系群に属する種類と考えたのは Kroda and Habe（1952）によって 35° N（太平洋側）を分布北限としている，例えば

Chlamys vesiculosus (Dunker) ヒヨクガイ
Frigidocardium eos (Kuroda) アサヒザル
Cardita nodulosa Lamarck モモイロトマヤガイ
Chama fragum Reeve イチゴキクザル
Irus macrophyllus (Deshayes) ハネマツカゼ

などで，冷水系群としたのは 41°N（太平洋側）より更に北方迄分布域を持っているもの，例えば，

Acila insignis (Gould) キララガイ
Arca boucardi Jousseaume コベルトフネガイ
Pseudogrammatodon dalli (Smith) シコロエガイ
Callitharca adamsi (Reeve) エゾヌノメ

などで，他に温暖水域に普通に分布する *Aloides venusta* (Gould) クチベニデ，*Acar plicata* (Dillwyn) コシロガイ等の死殻が得られた．此の地点はこれらの南方に分布域を持つもの，北方に分布域を持つものが大山（1955）のいう偶因的分布によるものではなく夫々の分布域の末端にあたり，このように浅いところでは寒暖両流が何年かの周期で消長した結果，貝類相に変遷があったことを意味するものであろう．このような両系水系群の混棲の例は大山（1952）が駿河湾の深い所からトロール網によって暖海系の *Turricula coreanica* (Adams et Reeve) チョウセンイグチ，*Flavamussium caducum* (Smith) ワタソコツキヒ等と，寒海系の *Neptunea minor* Hirase ヒメエゾボラモドキ，*Portlandia lischkei* (Smith) オオベッコウキララ，*Fusitriton oregonense* (Redfield) アヤボラなどが採られた例を挙げている.

St. G 7 の死殻中に特に多数片認められたものは *Limopsis forskalli* (A. Adams) シラスナガイ，*Venericardia ferruginea* Clessin クロマルフミガイ，*Glycymeris vestita* (Dunker) タマキガイなどで，*Corbicula* の死殻も出現している点や死殻の性状から見て，又，底質が全地点中最も粗い点から見てもこの地点における遺骸が Sorting されたもの（波部の Autoecious allochthonous deposition）と考えられる.

St. G 12 に比較して St. G 16 の遺骸相は先に述べたように全く冷水系群によって占められている．このことについて鹿間（1955）が“鹿島灘に北上した暖水と鹿島灘に停滞している冷水塊（？）とは不連続であろう”という見方をしているが，事実，鹿島灘における貝類相は今回の試料について見ても一般に浅い方から深い方に向うに従って北方系種が多くなる傾向があるのは Fig. 3 において認められる所である．こういった垂直的分布型の例として Kroda and Habe（1952）は富山湾の例を挙げている.

以上述べて来たように，鹿島灘は大雑把に見ると浅い所では暖水系群が分布し，深い所には冷水系群が分布していると云い得るが，Fig. 3 C に示したように原田その他（1956）によると距岸 1 km 位の所（水深 10 m 程度）でも *Tellina venulosa* (Schrenck) サラガイなどのかなり北方に分布域を持つているものも分布している等，相当複雑な様相を呈している.

引用文献

1）深井麟之助，塩川文子，鈴木浜治，清水君代，原田和民，1957．茨城県東海村沖の海底沈澱物について．日本原子力研究所調査報告 No. 2，日本原子力研究所.

2）波部忠重．1951–′53．日本産貝類概説 I—IV，326 pp.，752 figs.

3）Habe，T．1952 a．Lyonsiidae，Poromyidae，Arcticidae and Gaimardiidae in Japan．Ill. Cat．Jap．Shells，21，pp．153–160，pl．XXII.

4）Habe，T．1952 b．Parasitic Gastropods found in Echinodermes from Japan．Publ．Seto Mar．Biol．Lab．II (2)，pp．73–85，pl．VI.

5）波部忠重，1956．内湾の貝類遺骸の研究．京大生理生態，77，31 pp.

6）原田和民，藤本武，木梨清，1956．鹿島灘有用貝類の増殖に関する研究-1．鹿島灘沿岸の底棲生物

群集について．茨城県新漁場開発基礎調査報告，pp. 1–6，figs. 1–5，table 1–3.

7）吉良哲明，1943. 海産日本現生貝類総覧（腹足類），250 pp.（謄写）.

8）吉良哲明．1954．原色日本貝類図鑑 ii 版，67 pls., pp. 172＋25．保育社.

9）Kuroda, T. and T. Habe（1952）Check List and Bibliography of the Recent Marine Mollusca of Japan，210 pp.，2 maps

0）中井甚二郎．木城康至，服部茂昌，渡部泰輔，木立孝，奥谷喬司，工藤盛徳，梅田喜一，久保雄一 1957．1956 年 11 月鹿島灘における海洋生物及びその放射能調査結果．（本報告書）

1）大塚弥之助，1939．日本産エビスガイ属の 1 新種 ヴイナス IX（1），pp. 27–29.

2）大山桂，1952．海産貝類の垂直分布について，ヴイナス XVII（1），pp. 27–35.

3）大山桂，1955．貝類の見掛けの分布について，日本生物地理学会会報 XVI–XIX，pp. 80–83.

14）桜井欽一，1953．ゆめ蛤，72．pp. 55–56，59–60（謄写）.

15）桜井欽一，1955．ゆめ蛤，79．pp. 135（謄写）.

16）桜井欽一，1956．ゆめ蛤，88．pp. 155–158(謄写).

17）里吉　能，1956．ゆめ蛤，86．pp. 27–30（謄写）.

18）鹿間時夫，1955．ゆめ蛤，80．pp. 47–49（謄写）.

19）滝庸，大塚弥之助，1942. Gen. Turcicula Dall, 東亜現生化石貝類の研究 I（3），pp. 93–108，1 pl.

20）Taki, Is. and K. Oyama，1954．M. Yokoyama's Pleiocene and Later Fauna from the Kwanto Region in Japan. Palaeontol. Soc. Jap.（Sp. papers 2）68 pp.，49 pls.

21）渡辺信雄，平野敏行，上原進，大久保勝夫，久保雄一，1957．東海村沖合における海況に関する調査結果概要．日本原子力研究調査報告 No. 2，日本原子力研究所.

Notes on Molluscan Shells from the Sea of Kasihma-Nada*

TAKASHI OKUTANI

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

Abstract

As one of the research porjects on marine fauna in the area off Tokai Village, Ibaragi Prefecture, conducted at the request of the Japan Atomic Energy Research Institute, some notes on molluscan shells in the sea of Kashima-nada have been given here on the basis of the materials collected by the R.V. *Soyo-Maru* in November 1956; this is aside from the principal report to be found in the same cover.

Because very little information has been available on both horizontal and vertical distributions of molluscan shells in this region, special reference has been made in the form of this report, as a contribution to the knowledge of molluscan fauna in the area, to such subjects as latitudinal distribution of the species, assemblages by depths, and to some works that attemted to clarify the molluscan fauna in this sea on the basis of shells collected along with demersal fishes and other benthic animals by commercial trawls in Kashima-nada and its vicinity.

---

* Contribution B-267 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

Relation between BARANOV'S Mathematical Model and Sigmoid Curve

Syoiti TANAKA
(*Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*)

日本水産学会誌
第二十三巻 第一号 別刷
昭和三十二年五月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 23, No. 1, May, 1957

Relation between BARANOV'S Mathematical Model and Sigmoid Curve

Syoiti TANAKA
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

Introduction

In considering the population growth of fish, the theory of sigmoid curve, widely recognized for many biological populations such as insects and yeastes, have been often referred. The theory means that if a small-sized population of fish is put in a certain area it may increase its size following a S-shaped curve. In other words a fish population will present maximum yield when the population will be kept at an intermediate level of the size. The concept of sigmoid curve was introduced into fishery science by HJORT, JAHN and OTTESTAD (1933)[7] and applied to North Sea trawl fishery by GRAHAM (1935)[5].

The theory of sigmoid curve depends primarily upon naive assumptions that there might be a limit of weight an area could support, and that only a little amount of increase would be expected from an extremely diminished population. The assumptions are so obvious and so reasonable that no one could probably refute them.

Nevertheless, once we turn the sight on the shape of the curve, we may find many points remain uncertain. Although Verhulst-Pearl logistic curve is a typical sigmoid curve, it is doubtful whether or not the actual curve would be symmetrical. There might be sufficient evidences, I suppose, to doubt a symmetrical curve. Many demersal fish populations——take porgy, *Taius tumifrons* in the East China Sea for example——once had been fast depleted to an extremely lower level, yielding catch per unit effort in less than one tenth of early days. However, they now attained steady state under very intense fisheries. It is also doubtful that the shape is unvariable, even if a certain shape of sigmoid curve could really exist. Easily variable curve should be more natural and reasonable than constant shaped one.

Recently some objections against the sigmoid curve were presented. DOI (1956)[4] pointed out in his paper that recruitment, an important dynamical parameter, was treated implicitly in logistic curve, hence there was no explanation about the relationship between cause (recruit) and effect (stock). HOLT (1956)[8], while admitting the sigmoid curve as a principle or a first step, wrote, "one difficulty in developing further this method is that no account can be taken of changes in the age-composition of the stock that inevitably result from changes in fishing intensity". Also he wrote, "a fundamental objection to the above (sigmoid curve) method is that no knowledge is obtained of the extent to which the year to year changes in stock size are on the one hand the result of mortality and growth within the stock and on the other due to the recruitment of new individuals into the stock",

---

Received February 25, 1957
Contributions from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, B No. 257

and further "this potential (for growth) is essentially a complex function of stock size and composition at the time and of the size and composition of the total population during some previous period".

For a person who is apt to believe too readily importance of density effect, logistic curve in which pressure of density on population growth is taken into consideration, may appear at first sight to be more feasible than BARANOV's mathematical model which ignores the effect. However, the logistic curve disregards the internal structure of population, assuming the growth to be a mere function of density.

When men knew little of the fish population, they were inclined to pay much attention to the analogy between the sigmoid curve and the event of overfishing like this.——A new fish population, which a fishery begins to exploit, first decreases its size and then stabilizes at a certain level of the size with a fairly high amount of catch. But when fishing intensity exceeds over a certain point, the total catch will begin to decrease, and the population size further diminish.——At the present time, however, when a greater, if not sufficient, amount of knowledge has been made available about fish population, we should develop further the theory from a state as vague as the sigmoid curve to a phase proceeding by an analytical method into structures of the fish population.

Apart from these discussions, it is interesting to note that exactly the same conclusion had been obtained on the overfishing problem from entirely different assumptions: the sigmoid curve on the one hand, and BARANOV's model on the other. In other words, BARANOV's model can be discussed from the stand point of the sigmoid curve, the discussion which may reveal to what extent the sigmoid curve would be affected by the structure, and how important it is to take the structure of fish population into account. This is the aim of the present paper.

Demonstration of some types of natural increase

RUSSELL (1931)[9] divided the amount of yearly change of fish population into four components and expressed in a symbolic form,

$$A+G-M-C. \qquad (1)$$

In this equation, A is weight of recruit, G growth-increments of all individuals surviving at the end of the year, M weight of all fish which have died from natural causes during the year and C total catch during the year. GRAHAM (1938)[6], substituting logarithmic rates for these quantities, termed $A+G-M=V$ the rate of natural increase and assumed, "V is directly proportional to the difference between the weight of the stock at the moment and the maximum weight the area will support". Under this assumption population growth would be found to follow the logistic curve.

Though RUSSELL presented his equation in term of yearly amount, it is convenient, for mathematical treatment, to regard them as instantaneous amount; then we can actually compute value of each term by referring a certain population model. Here, I will use my own model which was slightly modified from BARANOV's model in my previous paper (TANAKA, 1954)[10]. Certainly, BEVERTON and HOLT's model (BEVERTON, 1953, 54)[2,3] would be more suitable for precise computation, however, such precision might not be necessary for the purpose of this paper.

If we assume that all fish are recruited at age of x_0 * and all survivors will die when they reach at age (x_0+b), we can express the amount of natural increase V ** as

$$V=w_{x0}N_{x0}+\int_{x_0}^{x_0+b}\frac{dw_x}{dx}N_x dx-\mu\int_{x_0}^{x_0+b}w_xN_xdx-w_{x_0+b}N_{x0+b} \qquad (2)$$

where w_x and N_x are mean weight and number of individuals of fish of age x, respectively, and μ denotes natural mortality coefficient. Second term of formula (2) can be modified by integrating by parts to

$$\int_{x_0}^{x_0+b}\frac{dw_x}{dx}N_xdx=w_{x_0+b}N_{x_0+b}-w_{x_0}N_{x_0}-\int_{x_0}^{x_0+b}w_x\frac{dN_x}{dx}dx \qquad (3)$$

then, V is reduced to

$$V=-\int_{x_0}^{x_0+b}w_x\frac{dN_x}{dx}dx-\mu\int_{x_0}^{x_0+b}w_xN_xdx.$$

If we write

$$\frac{1}{N_x}\frac{dN_x}{dx}=-\lambda_{1x} \qquad (4)$$

V is further reduced to

$$V=\int_{x_0}^{x_0+b}(\lambda_{1x}-\mu)w_xN_xdx.^{***} \qquad (5)$$

While, the weight of population P from which above natural increase results is

$$P=\int_{x_0}^{x_0+b}w_xN_xdx. \qquad (6)$$

If the age composition of population N_x and the growth curve w_x are given and certain values are assigned to μ, x_0 and b, relation between P and V will be computed. Some examples will be shown in the following.

a) Steady state in which λ_{1x} is constant overall ages

In steady state, natural increase V is just the same as catch C, which is really verified by putting $\lambda_{1x}=\lambda_1=\varphi_1+\mu$ in formula (5), where φ is fishing mortality coefficient,

$$V=\varphi_1\int_{x_0}^{x_0+b}w_xN_xdx=\varphi_1P=C. \qquad (7)$$

Here, we assume growth curve and age-composition to be

$$w_x=wx^3, \qquad N_x=Re^{-\lambda_1(x-x_0)} \qquad (8)$$

then

$$\frac{C}{wR}=\varphi_1e^{\lambda_1x_0}\{\Omega(\lambda_1,x_0)-\Omega(\lambda_1,x_0+b)\} \qquad (9)$$

where Ω is defined as

$$\Omega(\lambda,x)=\int_x^\infty x^3e^{-\lambda x}dx. \qquad (10)$$

---

* If the growth of length l is expressed by $l=l_0+u(\tau-t)$, where $(\tau-t)$ is length of time since the fish recruited, an ideal age is indicated

$$x=l/u=l_0/u+(\tau-t)=x_0+(\tau-t).$$

** Here V will be used as the amount of increase, not as the logarithmic rate as GRAHAM defined.

*** See appendix at the end of this paper.

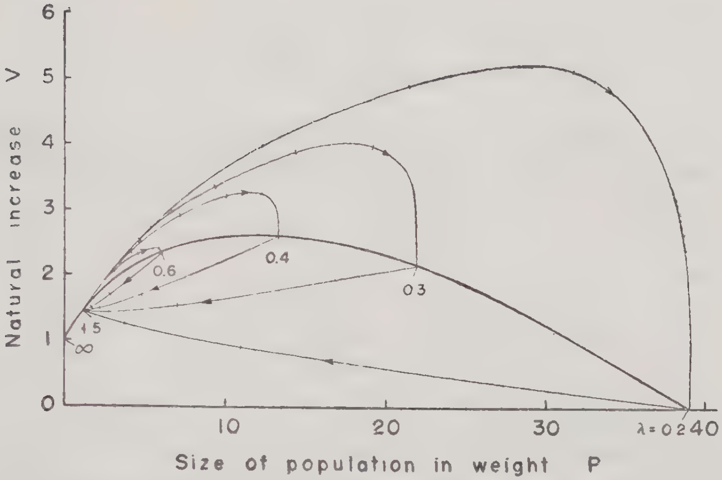


Fig. 1. Natural increase shown as function of population size. Bold line shows natural increase in steady state, numerals on the line indicate the values of λ, total decrease coefficient, at the point. Curves in transition state are illustrated by thin lines for the cases of increased fishing intensity (upper half) and decreased one (lower half). Nodes on the thin lines indicate points for 2, 4, 6 and 8 years after the change in reduced fishery and for 1 and 2 years after in extended fishery. Scales of both axes, shown in terms of weight of recruit, $w_{x_0}R$. Parameters are put as follows; $x_0=4$, $b=10$ and $\mu=0.2$.

Thus, bold line in Fig. 1 was obtained on the basis of the data of sohachi-garei, *Cleisthenes herzensteini* ($x_0=4$, $b=10$ and $\lambda_1=1.5$) with the assumption of μ, natural mortality, being 0.2. Though the shape of curve would vary according to values of parameters, general trend of the curve follows like this. In case P keeps growing, C increases, first rapidly then slowing off, till reaching a maximum at a certain level of P, where it turns to decrease rather straight down to nil at a maximum P with no fishing being allowed there at all. If we superpose, in the usual manner, density effect on this curve, the right part of the curve would be declined faster, and the point of a maximum catch shifted more leftward, than in Fig. 1. The curve consists in principle, with growth increment in the sigmoid curve which asserts maximum growth at an intermediate level of population density and low growth at both ends. Nevertheless, it is not symmetrical nor resembles GRAHAM's parabolic shape, though there might be a little possibility of symmetrical curve when shortening the right limb by density effect depending on types of the effect.

b) Sudden change of φ_1 to φ_2 at time $\tau=0$

Now, let us consider transition stage. Does a population change its size following the curve for steady state mentioned above when a new intense fihery is introduced or when fishing intensity is reduced to a certain level by administrative measures? Is it valid to consider invariable sigmoid curve, ignoring the composition of a population in a transition phenomenon?

After a sudden change in fishing intensity, a bending point would continue to appear in age-composition until all fish recruited before the change will die (see Fig. 1 in TANAKA, 1954). Dividing fish population at that point into two parts, relation between P and V is easily computed from formula (5). In non-steady state V consists of catch and actual increase of population*.

Formula (5) at a particular time τ is written as

$$V=\varphi_2\int_{x_0}^{x_0+\tau} w_x N_x dx+\varphi_1\int_{x_0+\tau}^{x_0+b} w_x N_x dx. \tag{11}$$

In above expression, integrals of either term, corresponding to weight of younger part and older part of population, may be denoted by P_b and P_a, respectively. Hence,

$$V=\varphi_2 P_b+\varphi_1 P_a \tag{12}$$

$$P=P_b \quad P_a \tag{13}$$

and P_b and P_a are equal to

$$\frac{P_b}{wR}=e^{\lambda_2 x_0}\{\Omega(\lambda_2, x_0)-\Omega(\lambda_2, x_0+\tau)\} \tag{14}$$

$$\frac{P_a}{wR}=e^{-\lambda_2\tau}e^{\lambda_1(x_0+\tau)}\{\Omega(\lambda_1, x_0+\tau)-\Omega(\lambda_1, x_0+b)\}. \tag{15}$$

Substituting data of sohachi-garei for parameters in above formulae and assuming $\mu=0.2$ and $\lambda_2=0.2$, 0.3, 0.4 and 0.6, we can obtain curves above the bold line in Fig. 1. It is notable that the shape of the curves for transition period is quite different from that for steady state. When fishing intensity is relaxed, unexpectedly high natural increase will enable diminished population to restore it size rapidly, then near the end of transition period the natural increase suddenly falls down to a level for steady state.

The case of enlarged fishing is illustrated by curves in lower half of Fig. 1, where mortality coefficients are put $\lambda_1=0.2$, 0.3, 0.4 and 0.6 and $\lambda_2=1.5$. In this case the natural increase moves directly from a previous steady point to a new point. Size of population is diminished very rapidly before natural increase compensates the decrease.

c) Change of amount of recruits

In previous sections the arguments have been restricted within a constant environment. Now let us proceed a little in variable environment and take change of recruit for example. If the number of recruit change from R_a to R_b at time $\tau=0$, weight of each part of population which is divided at the age of fish just recruited at $\tau=0$ can be evaluated by substituting R_a and R_b for R of (14) and (15) respectively and replacing λ_1 and λ_2 with λ. Catch amount is equated to sum of P_b and P_a multiplied by φ, and actual increment of population is evaluated $w_{x_0+\tau}\ e^{-\lambda\tau}(r-1)$ where $r=R_b/R_a$, thus

$$\begin{aligned}V&=\varphi(P_b+P_a)+w_{x_0+\tau}e^{-\lambda\tau}(r-1)\\P&=P_b+P_a.\end{aligned} \tag{16}$$

In Fig. 2 the results are shown for opposite directions of change of recruit putting $r=2.0$ and 0.5. The same values for x_0, b and μ and the same varieties of λ are again applied here. In the figure three curves for steady states are also shown, the middle of them corresponding to steady state before the change, and other two to after the changes, $r=2.0$ (upper) and $r=0.5$ (lower). A sudden increase of recruit remarkably augments natural increase and *vice versa*. Particularly in decrease of recruit, natural increase may

---

* As RUSSELL's equation is $\Delta P=A+G-M-C$, natural increase is shown as $V=A+G-M=C+\Delta P$.

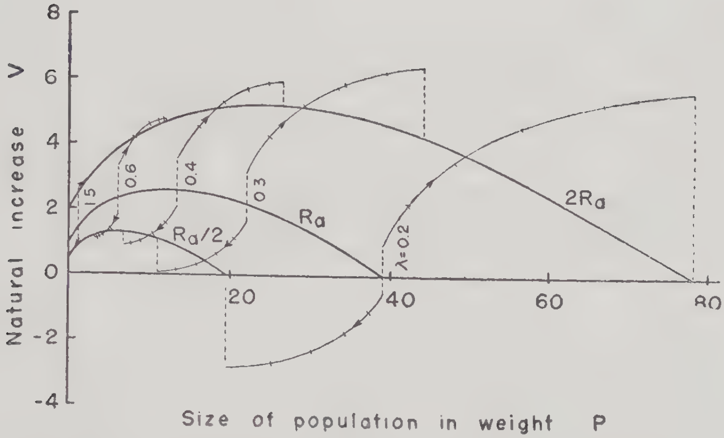


Fig. 2. Natural increase after the sudden change of amount of recruit. Bold lines ; steady states before (middle) and long after (upper and lower) the change. Thin lines ; transition state after the increase (upper) and decrease (lower) of amount of recruit. The nodes on the thin lines indicate points for 2, 4, 6 and 8 years after the change. Scale of axes and values of parameter are the same as in Fig. 1.

fall below zero if the rate of exploitation is low.

Conclusion

Though all situations in above examples are extremely simple, and rather symbolical, it may be asserted that they reveal unstability of the sigmoid curve, or to say the least of it, that the sigmoid curve could be referred only under the steady state and constant environment on the average. It should be noted that the natural increase in transition state behaves in a way entirely different from that in steady state. Moreover, the shape of curve quite depends upon type of disturbance on the steady state. The curve for the steady state could not be deduced from the curve observed for non-steady state, and natural increase during the transition period after a change of conditions could not be predicted from the sigmoid curve without considering the structure of population.

I am not insisting on the validity of the calculation based on BARANOV's model ; strictly speaking, both may not be correct. As the conclusion, however, I should like to repeat :

Even if the concept of sigmoid curve is correct as a principle, the shape would vary according to condition of population as well as environment. The way along which we will proceed into the law of population growth should not be the course of rather empirical law of the sigmoid curve, but be BARANOV's method that analyzes internal and external structures of population and relations between them, and that has been developed further since it was introduced in the population study.

References

1) BARANOV, T. I. (1918) : *Nauchnyi issledovatelskii iktiologicheskii Institut, Izvestiia,* **1** (1), 81—128.
2) BEVERTON, R. J. H. (1953) : *J. Cons. Int. Expl. Mer,* **19**, 56—68.
3) BEVERTON, R. J. H. (1954) : Miscellaneous Contributions No. 2, U.S. Fish. Lab., Beaufort

North Carolina, 181pp.

4) Doi, T. (1956) : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **21**, 1121—1133.

5) Graham, M. (1935) : *J. Cons. Int. Expl. Mer*, **10**, 264—274.

6) Graham, M. (1938) : *Nature*, **142**, 1143—1146.

7) Hjort, J., Jahn, G. and Ottestad, P. (1933) : *Hvalradets Skrifter*, **7**, 92—127.

8) Holt, S. J. (1956) : Contribution 9, Special Meeting of Committee on Research and Statistics, ICNAF, Biarritz, March 1956, 17pp. (FAO/56/2/1215).

9) Russell, E. S. (1931) : *J. Cens. Int. Expl. Mer*, **6**, 3—20.

10) Tanaka, S. (1954) : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 599—603.

Appendix

Formula (5) would be obtained directly as below. Let us consider about the change of N_x, number of fish of age x. After a short time interval $d\tau$, fish of age x (Point E in Fig. 3) grow to $(x+dx)$ and decrease in number to B. Among total decrease from D to B, DC is caused by natural death and is not included in natural increase V (see footnote on page 16). On the other hand, BC corresponds to catch and AB to actual increase of the population. The natural increase consists of these two parts. Here, denoting logarithmic rate of decrease DA by λ_{1x}, and the natural death rate μ, AC is equated to $N_x(\lambda_{1x}-\mu)$. Consequently total natural increase would be obtained by

$$V=\int_{x_0}^{x_0+b}(\lambda_{1x}-\mu)w_xN_xdx.$$

In above expression λ_{1x} is not necessarily constant in regard to x.

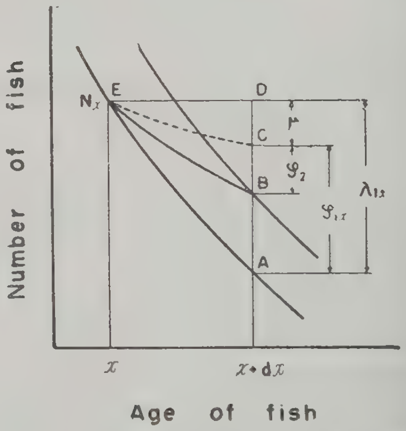


Fig. 3. Figure showing relation between change of age composition and natural increase.

海　　洋

OCEANOGRAPHY

Records of Oceanographic Works
in Japan, (Sqecial Number)
March 1957

A Preliminary Report on the Oceanographic Survey in the "Kuroshio" Area, South of Honshu, June-July 1955.*

By

Nobuo Watanabe, Toshiyuki Hirano, Rinnosuke Fukai,
Kozi Matsumoto and Fumiko Shiokawa

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

In cooperation with the Japanese National Commission (JNC) for UNESCO, the oceanographic survey of the Kuroshio area was carried out by the R.V. "Sōyō-Maru" in the sea extending from the Kumanonada to the area off the Bōsō Peninshula during June 22nd to July 6th, 1955. The present paper has been prepared as a preliminary report of hydrographic and chemical studies on the survey.

The authors express their heary thanks to Capt. K. Imamura of the R.V. "Sōyō-Maru" and her crew for their cooperations and to JNC for UNESCO for the financial aids.

1. Outline of the observation.

The distribution of 50 observational stations occupied in the open sea are shown in fig. 1. In addition, some observations carried out on the coastal

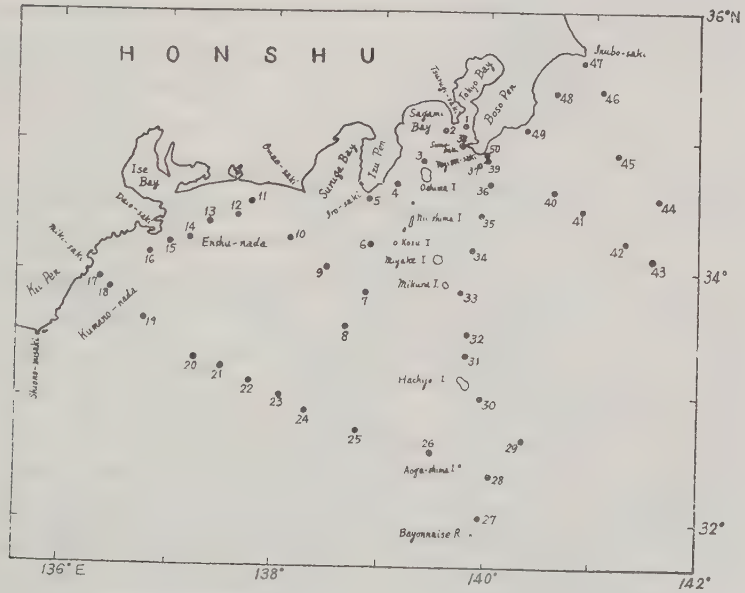

HONSHU
Ise Bay
Dai-o-saki
Kii Pen
Kumano-nada
Shiono-misaki
Omae-saki
Suruga Bay
Izu Pen
Iro-saki
Enshu-nada
Sagami Bay
Tokyo Bay
Boso Pen
Inubo-saki
Oshima I
Niijima I
Kozu I
Miyake I
Mikura I
Hachijo I
Aoga-shima I
Bayonnaise R
36°N
34°
32°
136° E
138°
140°
142°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

Fig. 1. Stations occupied by the R. V. *Soyo-Maru*, June-July 1955.

---

* Contribution B-248 of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

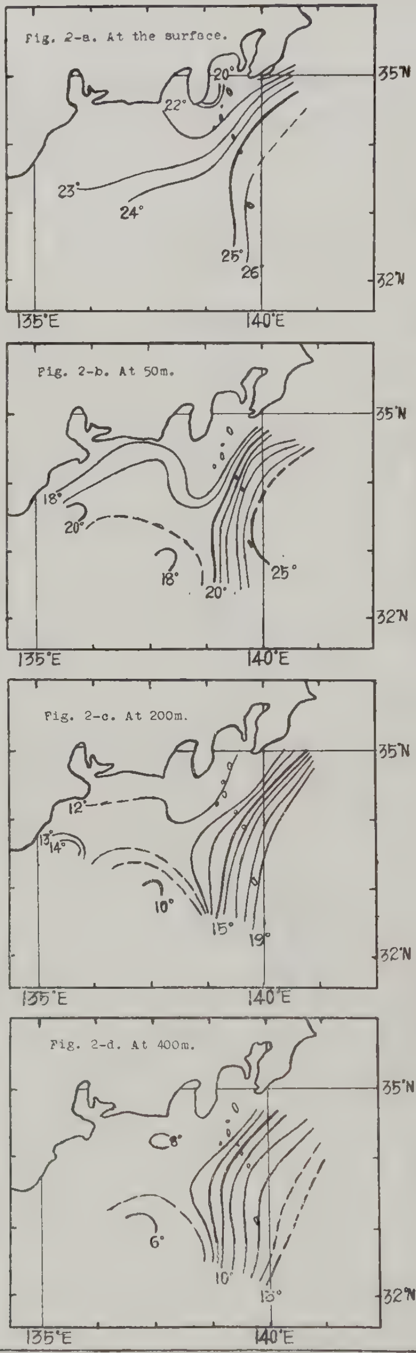


Fig. 2-a. At the surface.

Fig. 2-b. At 50m.

Fig. 2-c. At 200m.

Fig. 2-d. At 400m.

20°
22°
23°
24°
25°
26°
18°
20°
18°
20°
25°
12°
13°
14°
10°
15°
19°
8°
6°
10°
13°
35°N
32°N
135°E
140°E

Fig. 2. Horizontal distributions of water temperature.

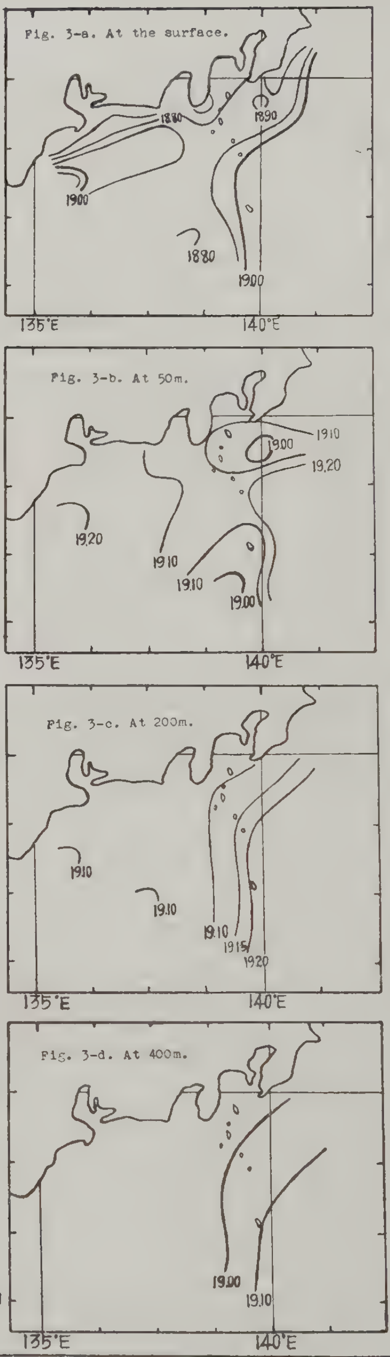


Fig. 3-a. At the surface.

Fig. 3-b. At 50m.

Fig. 3-c. At 200m.

Fig. 3-d. At 400m.

18.80
18.90
19.00
18.80
19.00
19.10
19.00
19.20
19.20
19.10
19.10
19.00
19.10
19.10
19.10
19.15
19.20
19.00
19.10
135°E
140°E

Fig. 3. Horizontal distributions of chlorinity.

region of the Enshūnada, the Ise Bay and the Tōkyō Bay on the way of this cruise. Table 1 shows the results of the hydrographic observation at the open sea.

2. General oceanographic conditions.

2.1. Horizontal distribution of water temperature and chlorinity.

In figs. 2 and 3 the horizontal distributions of water temperature and chlorinity at several depths from the surface to 400 m.

The temperature distributions indicate that the existence of the cold water region with the center near Lat. 33°N, Long. 138°E is clearly seen in the charts below the depth of 50 m, and especially in the depths of 200 m and 400 m, but it is obscure at the surface. On the other hand, the warm water appears in the near east of the Hachijo Is. and its temperature shows about 26°C at the surface and about 19°C at the depth of 200m. The main current of the Kuroshio is seemed to flow northwards in the neighborhood of the Hachijō Is. forming the conspicuous front in the temperature distribution with gradient of about 6°C at the depth of 200m between the cold region and the warm water.

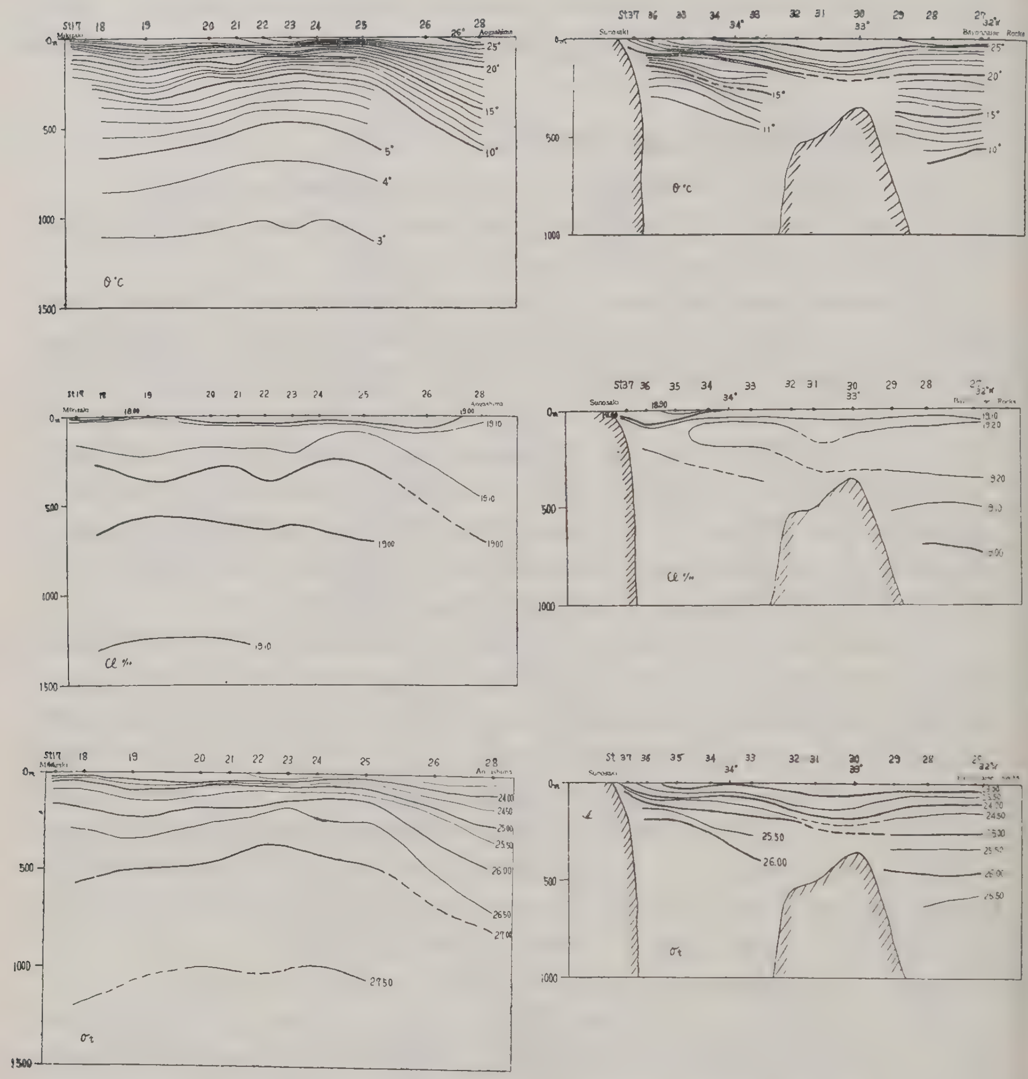
The chlorinity distributions also indicate the chlorinity of the Kuroshio water being higher than that in the cold region, but they have not so large gradient between two waters as water temperature. At the depth of 400m, for example, chlorinities are about 19.10 ‰ in the Kuroshio water and show the almost uniform value slightly less than 19.00‰ within the cold region. This depth corresponds to the minimum layer of chlorinity at the vertical distribution of the cold region. At the surface, however, it is noted that chlorinities show the distribution somewhat complicated and especially the low chlorinity appears in the sea WSW off the Hachijō Is. between the Kuroshio and the cold region.

2.2. Vertical sections of water temperature, chlorinity and σ_t.

Fig. 4 shows the vertical distributions of water temperature, chlorinity and σ_t at the A and B sections extending from Mikizaki to Bayonnaise Rocks and from Bayonnaise Rocks to Sunosaki respectively.

The temperature distribution of A indicates that the water below the depth of 100m between Sts. 20 and 25 is colder by 1°~3°C than that between Sts. 18 and 19, and the temperature increases rapidly from St. 25 to St. 26 (the Kuroshio region), corresponding to the sections of chlorinity and σ_t. Further the distribution of σ_t suggests the upwelling in the cold water region near St. 23. The chlorinity minimum layer in the depths between 300m and 500m is observed uniformly to the west of St. 25, as pointed out in the horizontal distribution.

The temperature and σ_t distributions of B indicate that the isolines are almost horizontal to the south of Lat. 33°30′N, though they have gradual slopes to the north of it, suggesting that the current parpendicular to the section is weak and the Kuroshio flows northwards. In the chlorinity section, the



Section A.

Section B.

Fig. 4. Vertical sections of water temperature, chlorinity and σ_t .

water with chlorinity more than 19.20 ‰ indicates the Kuroshio and ones less than 19.00 ‰ in the upper layer are seemed to trace the coastal water.

In addition, fig. 5 shows the vertical distributions of temperature and chlorinity at Sts. 21 (the cold region) and 43 (the Kuroshio region), where the observation was carried out to the depth of more than 2000m.

2.3. Current pattern from the dynamic computation.

The dynamic topographys of ΔD based on the reference levels of 200m and 400m are shown in fig. 6. Such reference levels are taken somewhat too shallow,

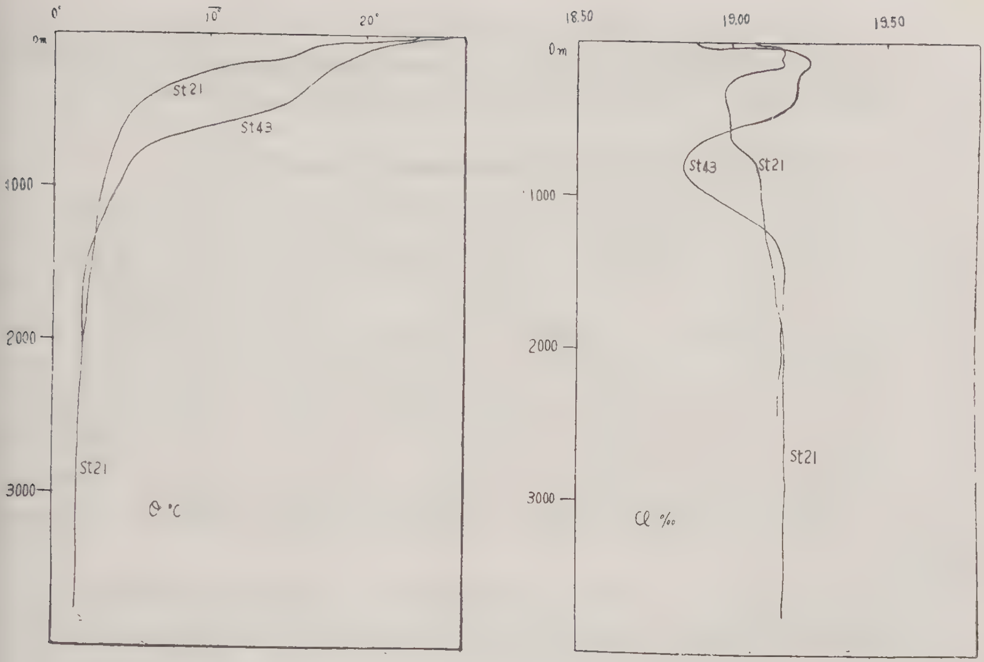


Fig. 5. Vertical distributions of water temperature and chlorinity at sts. 21 and 43.

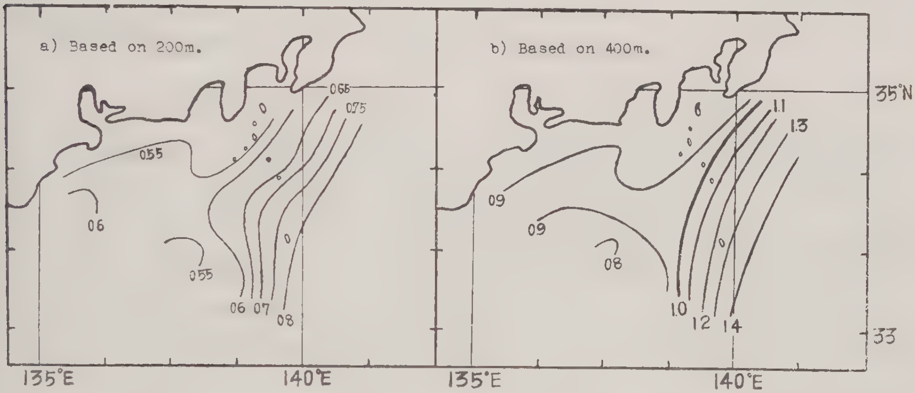

a) Based on 200m.
065
075
055
06
055
06
07
08
b) Based on 400m.
1.1
1.3
09
09
08
1.0
12
14
35°N
33
135°E
140°E
135°E
140°E

Fig. 6. Horizontal distributions of ⊿D.

owing to the scarcity of the deep sea observations, but the comparison of the present current patterns with the vertical distribution of the current velocity in A, shown in fig. 7, which is based on the reference level of 800 m, indicates the good agreement of both patterns based on the different reference levels, though the absolute values of current speeds corresponding are different from each others.

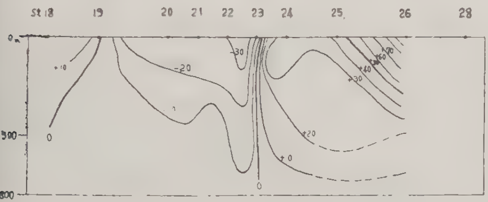


Fig. 7. The distribution of current velocity (cm/sec) in the Section A.

The current patterns of these topographys show clearly that the main current of the Kuroshio flows northward or NNE-wards, and a slow counterclockwise gyre having it center near St. 23 is observed within the cold water region.

3. Distributions of chemimical components in sea water

The chemical components analyzed in the present study were dissolved oxygen and phosphate-phosphorus. Total phospherus was also analyzed and the results of the analyses will be published in future. At the same time, the radoactivity of sea water was measured by using the iron-barium carrier method. However, determination of nuclides could not be carried out owing to low activities. The analyses were made on board the ship, except for total phosphorus. The measurements of radioactivity were carried out twice, on board ship and in the laboratory on land, in order to make sure the results to be obtained. Chemical analyses were done for the samples collected from the following stations :

Dissolved oxygen.………Sts. 8, 10, 17–27, 33, 36, 39–43 (10 stations).
Phosphate-phosphorus…Sts. 17–20 22, 24–27, 33, 36, 39, 40, 42, 43 (15 stations).
Radioactivity ……………Sts. 3, 8, 14, 19, 21, 23, 25, 27, 36, 43 (10 stations).

At St. 21 the water sampling was done down to the depth of 3800m.

3.1. Dissolved oxygen.

The vertical distribution of oxygen is sectionally shown in Fig. 8, which corresponds well to the distributions of temperature and chlorinity. These distributions indicate clearly the existence of the so-called "cold water mass." The maximum layer of dissolved oxygen near the surface seems to be produced by the escape of oxygen from the surface resulting from the decrease in oxygen saturation percentage of water in the warmer season and, on the other hand, by the fact that the well developed stratification in the upper layer prevents the vertical exchange of water masses.

The layer of oxygen minimum is seen in the neighbourhood of 800 m to 1000m-depth, suggesting the upwelling of the "cold water." The content of dissolved oxygen in this layer is about 1.5ml./l. and in the figure the broken isolines of 1.6ml./l. were inserted in order to show the minimum layer. The minimum layer corresponds to the isopicnals of $\sigma_t=27.2$ as a whole. This fact agrees with the results of Seiwell (1937) and Kawamoto (1955) who showed that the minimum layer appeared in conformity with $\sigma_t=27.2$ surface and also those of Miyake (1955) who has suggested that organic matters accumulate on the isopicnal surface.

In Fig. 9(a) the vertical distributions of dissolved oxygen at Sts. 21 and 43

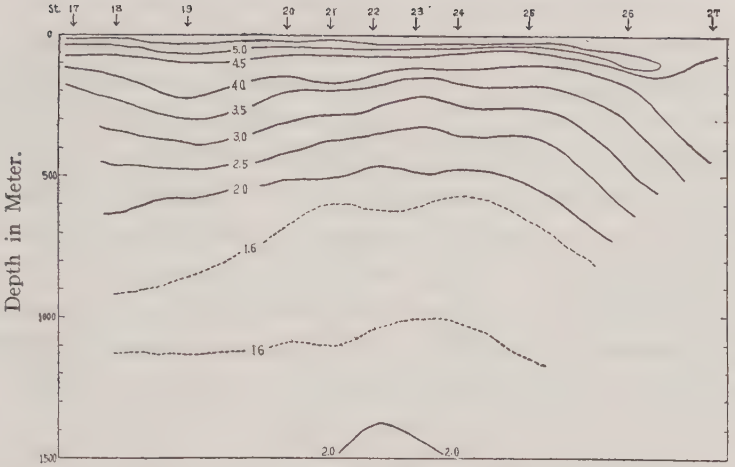
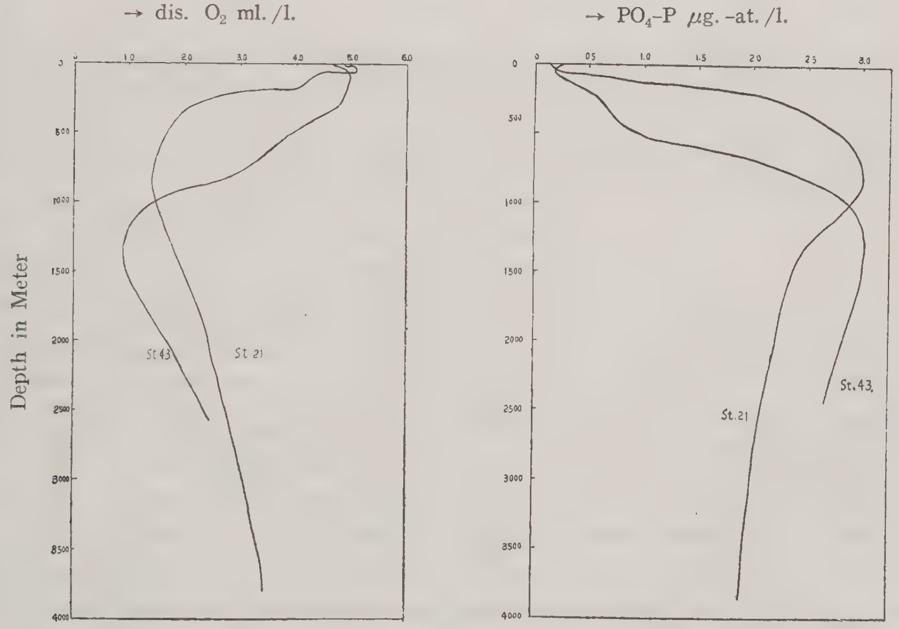


Fig. 8. Vertical distribution of dissolved oxygen (unit: ml./l.)

were compared each other. The former represents the distribution in the cold water mass off Enshū-Nada and the latter gives one in the outer boundary of the Kuroshio. The curve representing the distribution at St. 21 indicates characteristically the large gradient of decrease from the surface to the depth of 500m.



(a) dissolved oxygen

(b) Phosphate-phorus.

Fig. 9. Vertical distributions of dissolved oxygen and phosphate-phosphorus at Sts. 21 and 43.

3.2. Phosphate-phosphorus

Many researchers have shown that the phosphate-phosphorus distributes reverse to dissolved oxygen. In Fig. 9(b) the vertical distributions of phosphate-phosphorus corresponding to Fig. 9(a) are given. They indicate the rapid increase of phosphate-phosphorus in the layer between 100 and 300m at St. 21, in contrast with the decrease of dissolved oxygen. The amount of phosphate in the surface layer was somewhat high, although the samples were stocked in an ice-box in order to prevent the change due to bacterial activities.

The relationship between phosphate-phosphorus and oxygen depletion above the oxygen minimum layer conforms well with the relation given by Fleming, as reported by Fukai (1954), Kawamoto (1955) and Matsudaira (1956), while their agreement is not so good in the deeper layers.

3.3. Radioactivity of sea water.

The radioactivity of sea water was measured following Miyake's method. To one liter of a water sample the appropiate amount of ammonium chloride was added, and then it was made alkaline by ammonium hydroxide after the addition of iron and barium ions. The produced precipitates of $BaSO_4$–$Fe(OH)_3$ were filtered on filter paper, No. 5b of Tōyō Filter Paper Co. The radioactivity of the precipitates was measured by using GM-tube made by Kagaku-Kenkyusho (Scientific Research Institute, Tokyo) with Model 1000 scaler. The thickness of the mica window was 2.1mg/cm^2. Geometry of the measurements was tried to be constant for each sample as possible. The distance from the mica window to the samples was about 10 mm. Total counts were so small that the accuracy of the measurements was increased by taking an ample time. For example, the countings of samples were made at least 30 min. and measurements were repeated in the laboratory.

The results of the measurements are shown in Table 2. From the data the radioactivity was recognized in the surface water of Sts. 8, 21, 27 and 43. As the main natural radioactive substances in sea water potassium-40 as well as uranium series should be considered, whereas the treatment of potassium chloride solution by the method mentioned above showed no contamination of potassium into the precipitates. Further, since the radioactivity of uranium and thorium series should be estimated below 0.5 cpm/l. in the condition above, the radioactivity in the present cases may be considered to be artificial. It should be intresting that the radioactivity of similar order has been found by Miyake et al (1955) in the similar region. These facts suggest the relationships between the distribution of radioactivity and the existence of the cold water mass. Although the present results are not always related with the existence of the cold water, they may have some bearing on the vortex.

The measurements of the samples from St. 27 indicate that the radioactivity

Table 2. Radioactitivity of sea water

St. No.	Depth	Date of collect.	Date of det. (aboad ship)	cpm/l.	Dat of det. (at the lab.)	cpm/l.
3	Surface	June 22	June 24	$0.4_{\pm1.4}$	—	--
8	〃	June 23	〃	$6.4_{\pm1.2}$	July 21	$4.4_{\pm2.1}$
14	〃	June 24	June 25	$3.6_{\pm1.5}$	July 21	$0.6_{\pm2.0}$
19	〃	June 27	June 29	$1.8_{\pm2.0}$	—	—
21	〃	June 28	〃	$4.1_{\pm2.0}$	July 16	$3.6_{\pm2.0}$
23	〃	〃	〃	$1.6_{\pm1.9}$	—	—
25	〃	June 29	July 1	$2.7_{\pm1.9}$	—	—
27	Surface	June 29	July 1	$5.1_{\pm1.9}$	July 21	$5.9_{\pm1.8}$
	50 m	〃	〃	$2,2_{\pm1.8}$	—	—
	100 m	〃	〃	$0.7_{\pm1.8}$	—	—
	200 m	〃	〃	$0.4_{\pm1.7}$	—	—
	400 m	〃	〃	$-0.2_{\pm1.7}$	July 16	$0.1_{\pm1.9}$
36	Surface	June 30	〃	$1.7_{\pm1.7}$	—	—
43	〃	July 2	July 5	$4.7_{\pm1.8}$	July 21	$3.1_{\pm1.4}$

decreases downwards, but it is still measurable to the depth of 50 m. The fact that the horizontal distribution of the radioactivity shows an accumulation on the outer zone of the Kuroshio or the vortical region may snggest that the radioactive substances occurring in the sea are dispersed in radiocolloidal or particulate form, rather than in the dissolved form.

References

Fukai, R., 1954 :
"On the distribution and variation of nutrient salts in the Adjacent water to the Aleutian Islands in the North Pacific," Bull. Chem. Soc. Japan, **27**, 402-408.

Matsudaira, C., Iwasaki, H. and Tsuda, T., 1956 :
"On the quantitative ecology of the marine population in the boundary zone-I. On the relationship between the dissolved oxygen and the phosphate in the sea water," (in Japanese with English abstract). Jour. Japanese Soc. Sci. Fish., **21**, 1134-1140.

Matsudaira, Y., Kawamoto, T. et al, 1955 :
On the report of the invest., for the marine resourres, National Commition for UNESCO, Japan., p. 50.

Miyake, Y., 1955 :
"Vertical distribution of the dissolved oxygen and carbon dioxide," Lecture in the UNESCO Symposium on physical Oceanography. at Tokyo, Oct. 1955.

Miyake, Y., Sugiura, Y. and Kameda, K., 1955:
On the report of the invest. for the marine resources, National Commition for UNESCO, Japan, pp. 81-82.

Table 1. Obseved data of the oceanographic survey by the R. V. Soyo-Maru in the Kuroshio area, south of Honshu, June-July 1955.

St		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lat. N		35-08.4	35-05.5	34-51.0	34-40.8	34-34.1	34-12.9	33-50.0	33-33.9	34-02.3	34-16.1	34-31.8	34-25.3	34-23.3	34-16.3	34-14.5	34-09.0
Long. E		139-45.6	139-34.4	139-21.2	139-06.0	138-50.6	138-53.0	138-50.0	138-39.5	138-28.0	138-07.5	137-45.2	137-38.0	137-21.5	137-10.5	136-59.0	136-48.0
Date		Ⅵ.22	〃	〃	〃	Ⅵ.23	〃	〃	〃	〃	〃	Ⅵ.24	〃	〃	〃	〃	Ⅵ.27
Time		13.40	15.45	19.00	22.25	00.55	03.40	08.30	14.12	18.28	22.55	05.05	08.50	11.35	17.50	19.50	11.09
Water Temp. °C	m																
	0	20.9	21.2	20.6	19.7	20.8	21.6	22.2	23.9	22.7	22.6	22.9	23.1	22.8	23.6	22.3	22.55
	10	20.46	20.72	20.26	19.41	19.69	21.37	21.96	23.38	21.98	22.37	22.21	21.85	21.90	22.00	20.62	22.00
	25	20.37	19.73	18.34	18.64	19.00	20.12	21.51	22.90	20.54	21.82	21.25	21.05	21.20	19.90	—	19.06
	50	17.51	16.68	17.85	17.71	17.25	17.79	17.77	19.61	18.58	19.78	18.40	18.56	18.24	17.71	17.72	16.53
	75	15.95	15.28	16.00	15.62	15.65	15.98	16.39	17.82	15.93	17.51	16.64	16.10	16.36	16.44	15.51	15.40
	100	15.55	14.46	15.18	14.34	—	15.25	—	16.37	14.36	16.37	15.61	14.76	15.36	15.27	15.13	—
	150	14.15	13.34	13.79	13.32	—	13.78	—	15.43	12.74	13.74	12.85	12.70	13.55	14.35	—	—
	200	12.06	—	12.60	11.79	—	11.88	—	13.02	10.36	12.59	11.32	11.00	—	—	—	—
	300	—	—	9.26	—	—	9.18	—	9.30	9.25	9.98	8.85	8.57	—	—	—	—
	400	—	—	7.68	—	—	7.64	—	8.08	7.81	8.38	7.21	7.17	—	—	—	—
												(480m)					
	500	—	—	—	—	—	6.63	—	6.01	6.60	6.74	6.53	6.14	—	—	—	—
	600	—	—	—	—	—	5.63	—	5.14	5.58	5.61	—	5.24	—	—	—	—
	800	—	—	—	—	—	4.28	—	3.26	4.18	—	—	—	—	—	—	—
							(964m)										
	1000	—	—	—	—	—	3.65	—	—	3.71	—	—	—	—	—	—	—
	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	2.77	—	—	—	—	—	—	—
										(1800m)							
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	2.34	—	—	—	—	—	—	—
	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorinity ‰	m																
	0	18.61	18.74	18.80	18.94	18.90	18.80	18.89	18.89	18.99	18.99	19.17	18.27	18.76	18.50	17.77	18.73
	10	18.73	18.79	18.86	19.00	19.02	18.99	18.90	18.88	19.01	18.99	18.89	18.79	18.80	18.88	18.32	18.83
	25	18.80	19.06	19.10	19.07	19.02	19.10	18.94	18.86	19.09	18.98	19.09	19.08	18.99	19.09	18.89	19.15
	50	18.99	19.12	19.10	19.10	19.10	19.12	19.14	19.11	19.16	19.10	19.18	19.17	19.17	19.18	19.18	19.18
	75	19.16	19.11	19.11	19.10	19.10	19.13	19.13	19.18	19.19	19.18	19.23	19.18	16.18	19.18	19.18	19.18
	100	19.10	19.11	19.10	19.11	—	19.12	—	19.17	19.22	19.18	19.29	19.15	19.17	19.17	19.18	—
	150	19.09	19.10	19.07	19.09	—	19.09	—	19.13	19.10	19.16	19.09	19.08	19.13	19.11	—	—
	200	19.05	19.06	19.04	19.10	—	19.02	—	19.07	19.05	19.09	19.05	18.99	—	—	—	—
	300	—	—	19.00	—	—	18.98	—	19.00	18.99	18.99	18.99	18.99	—	—	—	—
	400	—	—	18.97	—	—	18.93	—	18.99	18.99	18.99	18.96	18.98	—	—	—	—
												(480m)					
	500	—	—	—	—	—	18.94	—	18.98	18.97	18.99	18.97	18.99	—	—	—	—
	600	—	—	—	—	—	18.96	—	18.98	18.98	18.99	—	—	—	—	—	—
	800	—	—	—	—	—	19.00	—	19.00	19.02	—	—	—	—	—	—	—
							(964m)										
	1000	—	—	—	—	—	19.02	—	19.03	19.07	—	—	—	—	—	—	—
	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	19.13	—	—	—	—	—	—	—
										(1800m)							
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	19.15	—	—	—	—	—	—	—
	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Depth (m)		400	380	950	400	90	1400	150	1800	3700	1750	700	950	230	350	180	100
Water Calour		Ⅸ	Ⅵ	—	—	—	—	Ⅲ	Ⅲ	—	—	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	—	Ⅲ-Ⅳ
Transp. (m)		5	9	—	—	—	—	25	22	—	—	9	15	23	18	—	20
Air Temp.		—	—	—	21.2	21.9	22.2	22.8	24.5	—	23.6	23.3	24.8	24.3	24.5	23.7	21.3
Weather		o	c	bc	b	b	o	b	b	b	b	c	b	bc	c	o	—

No. 2

St		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Lat. N		33-56.8	33-51.0	33-38.0	33-18.2	33-14.0	33-08.0	33-02.5	32-54.2	32-44.0	32-34.9	32-03.5	32-23.2	32-40.0	33-00.0	33-20.0	33-30.5
Long. E		136-20.0	136-26.5	136-45.0	137-12.0	137-29.5	137-45.0	138-03.5	138-17.0	138-46.5	139-28.8	139-56.0	140-02.0	140-02.0	139-56.0	139-47.5	139-48.0
Date		Ⅵ.27	〃	〃	Ⅵ.28	〃	〃	〃	Ⅵ.29	〃	〃	〃	〃	Ⅵ.30	〃	〃	〃
Time		14.40	15.50	21.35	05.15	08.55	18.35	21.15	01.55	06.00	11.10	18.00	20.55	00.40	03.35	06.20	07.55
Water Temp. °C	m																
	0	23.2	22.7	22.9	23.0	23.8	24.3	24.4	24.5	24.2	24.9	26.3	26.4	26.0	26.3	26.5	25.4
	10	21.12	22.33	22.64	22.65	22.99	23.97	24.12	24.30	22.14	24.61	26.26	26.14	25.84	25.81	25.30	25.15
	25	18.90	20.45	22.36	21.83	22.40	23.72	23.75	20.93	20.89	24.24	26.04	26.19	25.61	25.79	25.20	25.14
	50	17.64	28.01	20.50	18.57	18.86	18.83	19.90	17.90	18.90	22.27	24.84	24.89	24.78	25.20	25.21	24.57
	75	16.26	17.03	18.77	17.27	16.63	16.60	17.17	16.65	16.84	21.27	23.21	23.17	23.45	24.66	24.96	—
	100	15.43	15.84	17.82	16.48	15.75	14.90	15.60	15.11	--	20.00	22.40	22.11	22.69	24.06	24.64	23.00
	150	13.25	14.51	15.78	13.99	15.15	13.18	11.35	12.66	12.77	18.09	20.64	20.65	21.20	22.64	21.82	20.82
	200	12.20	12.55	14.02	10.95	11.26	10.40	9.50	10.63	10.32	16.13	19.68	19.69	19.67	—	—	18.24
	300	—	9.42	11.10	9.19	8.35	7.50	7.24	8.03	8.02	13.40	17.32	17.44	16.61	—	—	—
	400	—	7.59	7.96	7.08	6.50	5.62	6.10	6.39	6.41	11.03	14.83	15.00	13.97	—	—	—
	500	—	6.37	6.22	5.69	5.17	4.82	4.80	4.50	5.51	—	12.20	12.67	11.63	—	—	—
	600	—	5.53	5.06	4.83	4.37	4.30	4.37	—	4.89	—	9.10	10.13	—	—	—	—
	800	—	4.08	4.02	3.65	3.63	3.53	—	3.58	3.88	—	5.77	5.86	—	—	—	—
	1000	—	—	3.20	3.05	3.05	2.98	—	2.88	3.38	—	—	—	—	—	—	—
			(1200 m)														
	1500	—	2.86	2.49	2.42	2.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				(1800 m)													
	2000	—	—	2.24	1.92	1.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3000	—	—	—	—	1.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						(3700m)											
	4000	—	—	—	—	1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorinity ‰	m																
	0	18.61	18.75	19.10	18.81	—	18.88	18.89	18.89	18.72	18.84	19.08	19.08	19.03	19.05	19.07	19.05
	10	18.98	18.79	19.12	18.81	18.89	18.87	18.88	18.91	18.79	18.83	19.05	19.08	19.06	19.07	19.06	19.05
	25	19.15	19.11	19.09	18.89	18.89	18.88	18.88	19.03	18.99	18.91	19.06	19.07	19.06	19.06	19.07	19.05
	50	19.18	19.17	19.20	19.18	19.16	19.18	19.15	19.13	19.10	18.91	19.09	19.11	19.15	19.07	19.09	19.11
	75	19.18	19.18	19.28	19.18	19.17	19.18	19.15	19.13	—	19.05	19.21	19.17	19.17	19.13	19.11	—
	100	19.18	19.18	19.22	19.18	19.16	19.18	19.18	19.12	19.10	19.12	19.26	19.22	19.20	19.14	19.11	19.20
	150	19.10	19.17	19.18	19.10	19.16	18.97	19.18	19.07	19.08	19.16	19.29	19.27	19.26	19.20	19.13	19.26
	200	19.08	19.09	19.11	19.08	19.08	19.09	19.12	19.02	19.04	19.13	19.27	19.27	19.27	—	—	19.24
	300	—	18.99	19.06	18.99	19.98	19.03	19.00	18.98	18.97	19.06	19.25	19.23	19.20	—	—	—
	400	—	18.98	18.99	18.96	18.98	18.99	18.99	18.96	18.97	19.02	19.14	19.14	19.12	—	—	—
	500	—	18.96	18.99	18.96	18.99	18.99	18.99	18.97	18.97	—	19.10	19.07	19.11	—	—	—
	600	—	18.99	19.01	19.01	19.00	18.99	19.00	18.99	18.99	—	19.02	19.02	—	—	—	—
	800	—	19.04	19.04	19.02	19.07	19.07	19.07	19.03	19.02	—	18.99	18.97	—	—	—	—
	1000	—	19.09	19.09	19.09	19.09	19.07	—	19.10	19.05	—	—	—	—	—	—	—
			(1200m)														
	1500	—	19.09	19.11	19.12	19.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				(1800 m)													
	2000	—	—	19.16	19.15	19.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3000	—	—	—	—	19.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						(3700 m)											
	4000	—	—	—	—	19.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Depth (m)		250	1400	2000	3600	4000	1500	4100	>1500	2800	650	1200	1300	850	350	510	530
Water Colour		Ⅳ	Ⅳ	—	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	—	—	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	—	—	—	Ⅲ	Ⅲ
Transp. (m)		17	18	—	32	—	—	—	—	—	19	20	—	—	—	21	25
Air Temp.		22.7	22.4	23.9	24.45	25.2	25.1	25.05	24.7	24.7	25.3	26.7	25.3	25.8	—	—	24.9
Weather		d	—	b	—	—	—	b	b	b	b	b	b	bc	bc	b	b

No. 3

St		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Lat. N		33-50. 0	34-10. 0	34-26. 9	34-40. 5	34-49. 5	34-58. 0	34-52. 7	34-37. 5	34-28. 2	34-13. 5	34-05. 5	33-33. 5	34-54. 0	35-23. 0	35-37. 0	35-31. 8	35-06. 0
Long. E		139-44. 0	139-50. 0	139-55. 2	140-00. 0	139-53. 0	139-44. 0	139-57. 0	140-37. 5	140-52. 0	141-18. 5	141-33. 5	141-36. 0	141-14. 0	141-03. 2	140-52. 3	140-45. 0	140-20. 0
Date		Ⅵ.30	〃	〃	〃	〃	〃	Ⅶ. 2	〃	〃	Ⅶ. 3	〃	〃	〃	Ⅶ. 4	〃	〃	〃
Time		11.05	13.55	16.35	18.35	21.20	23.10	10.30	16.28	19.50	00.30	05.00	17.00	22.15	02.55	05.20	06.50	13. 00
Water Temp. °C	m																	
	0	25.1	25.3	24.5	23.3	21.4	21.9	22.3	25.1	26.1	25.8	25.6	26.1	26.4	20.6	17.9	18.2	20. 8
	10	25.29	24.49	24.43	23.03	20.84	21.56	20.31	24.08	25.90	25.67	25.19	25.75	26.36	20.30	16.80	—	20. 11
	25	24.90	24.42	24.27	22.19	20.17	17.88	17.74	23.38	25.70	25.43	23.99	25.46	24.96	20.10	—	—	16. 88
	50	23.68	23.70	22.20	21.24	14.74	—	15.24	21.57	25.12	24.78	22.11	25.47	24.83	16.62	—	—	14. 37
	75	21.43	21.16	19.64	20.56	—	—	(70m) 13.21	20.90	24.13	33.74	20.78	—	22.84	—	—	—	—
	100	20.60	19.98	18.37	17.67	—	—	—	20.56	22.67	22.96	19.86	22.36	20.88	—	—	—	—
	150	18.78	18.28	15.64	14.48	—	—	—	18.73	21.35	21.44	18.75	20.01	19.62	—	—	—	—
	200	16.98	17.40	12.53	13.04	—	—	—	17.26	19.17	20.04	17.89	18.87	19.33	—	—	—	—
	300	14.71	—	11.49	10.74	—	—	—	14.60	16.53	17.69	16.69	16.83	15.99	—	—	—	—
	400	12.51	—	—	—	—	—	—	11.88	13.25	15.06	15.68	15.56	11.94	—	—	—	—
	500	(470m) 10.34	—	—	—	—	—	—	8.97	10.17	11.94	—	12.75	—	—	—	—	—
	600	—	—	—	—	—	—	—	7.40	7.84	9.79	9.76	9.12	—	—	—	—	—
	800	—	—	—	—	—	—	—	4.60	—	4.87	5.04	4.80	—	—	—	—	—
	1000	—	—	—	—	—	—	—	3.61	—	4.06	4.03	3.70	—	—	—	—	—
	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.11	—	—	—	—	—	—
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2500m) 1.79	—	—	—	—	—	—
	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorinity ‰	m																	
	0	19.09	18.87	18.87	18.96	18.90	18.90	18.87	18.82	19.05	19.04	19.06	19.05	19.07	19.01	18.57	19.09	18. 99
	10	19.10	19.02	18.87	18.96	18.90	18.84	19.12	18.86	19.05	19.05	19.07	19.06	19.04	16.00	18.58	—	18. 99
	25	19.10	19.06	18.90	18.98	18.96	18.91	19.10	18.89	19.09	18.05	19.11	19.06	19.05	19.02	—	—	19. 05
	50	19.17	19.11	18.98	18.99	19.10	—	19.11	19.04	19.05	19.07	19.19	19.05	19.04	19.10	—	—	19. 09
	75	19.24	19.24	19.14	19.00	—	—	(70m) 19.09	19.09	19.19	19.08	19.21	19.16	19.12	—	—	—	—
	100	19.26	19.25	19.18	19.11	—	—	—	19.18	19.22	19.14	19.25	19.20	19.25	—	—	—	—
	150	19.21	19.22	19.16	19.12	—	—	—	19.22	19.23	19.23	19.25	19.23	19.22	—	—	—	—
	200	19.19	19.19	19.13	19.10	—	—	—	19.19	19.26	19.24	19.22	19.21	19.22	—	—	—	—
	300	19.13	—	19.05	19.00	—	—	—	19.13	19.20	19.14	19.21	19.21	19.13	—	—	—	—
	400	19.07	—	—	—	—	—	—	19.08	19.08	19.11	19.19	19.16	19.06	—	—	—	—
	500	(470m) 18.98	—	—	—	—	—	—	18.99	19.00	19.03	19.11	19.06	—	—	—	—	—
	600	—	—	—	—	—	—	—	18.99	18.98	18.99	18.97	19.00	—	—	—	—	—
	800	—	—	—	—	—	—	—	19.00	—	18.93	18.84	18.85	—	—	—	—	—
	1000	—	—	—	—	—	—	—	19.04	—	18.95	18.94	18.96	—	—	—	—	—
	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19.17	—	—	—	—	—	—
	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2500m) 19.16	—	—	—	—	—	—
	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Depth (m)		1400	1000	1600	2500	100	40	80	2200	4900	6400	5500	>1500	3100	130	20	—	105
Water Colour		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	—	—	—	Ⅳ	Ⅲ	—	—	Ⅰ	Ⅱ～Ⅲ	—	—	Ⅵ	Ⅵ	Ⅶ
Transp. (m)		25	17	17	—	—	—	10	20	—	—	18	20	—	—	5	—	5
Air Temp.		26. 4	26. 7	25. 9	24.95	23. 6	24. 4	25. 5	26. 0	27.05	25. 9	—	27. 1	26. 5	24. 2	21. 4	21. 6	23. 8
Weather		b	b	b	bc	b	b	b	b	c	bc	b	b	b	bc	c	c	bc

日本原子力研究所
調査報告 No. 2, 1957

UDC 551.463-4

VI. 東海村沖合における海況に関する調査結果概要*

東海区水産研究所　渡辺信雄　平野敏行
〃　上原　進　大久保勝夫
茨城県水産試験場　久保雄一

要　旨

東海村に於ける日本原子力研究所設立に伴なう東海村沖の海洋調査の一環として，東海区水産研究所は調査船蒼鷹丸により，昭和31年11月5日～9日にわたり沖合部の観測を，又茨城県水産試験場は調査船常盤丸によって，同じく11月5日～13日にわたって沿岸部の観測を実施した．ここにこれら海洋観測のうち，海況に関する概要を報告する．なお，とりまとめに当っては，同期間に実施された他機関の観測資料も併せて参考にした(研究所沖海洋観測報告，第1報所載).

更に，この附近において東海区水産研究所，及び茨城県水産試験場が観測を実施してきた既往の資料にもとずいて，本調査結果の一般性について若干の考察を行った．

An Outline of Oceanographic Surveys in the Sea off Tokai-Mura*

N. Watanabe, T. Hirano, S. Uehara, K. Okubo
Tokai Regional Fisheries Research Laboratory
Y. Kubo
Ibaragi Prefectural Fisheries Experimental Station

This report deals with hydrographical aspects of the surveys that were undertaken by two fisheries research institution in cooperation with each other in the Pacific coast of Ibaragi Prefecture in November 1956. One of them, the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, using the R.V. Soyo-Maru, carried out their share in the offshore on 5 th and 9 th of the month, the staff of the other, Ibaragi Prefectural Experimental Station, on board the R.V. Tokiwa-Maru, in the inshore water for nine days ending with 13th of the same month.

These surveys formed one of the oceanographical investigation program proposed at the request of the Japan Atomic Energy Research Institute with an objective that was directed to obtaining preliminary information needed for construction the JAERI's buildings at the village of Tokai-Mura, Ibaragi Prefecture.

As a result of the surveys it has been suggested that a counterclockwise circulation exists in an area south off Tokai-Mura on the western side of the Kurosio. On the basis of the hydrographic data made available from routine stations there are enough reasons to believe that the existence of this circulation is fairly constant. An inference derived from these indications is this. When some diffusing substances are discharged into the

---

東海区水産研究所業績B第265号，茨城県水産試験場業績.
Contribution B-265 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

set off Tokai-Mura, they are likely to be drifted along the circulation, spreading over the southern area off the village. Then they would be transported by the Kurosio further to the high sea.

§ VI-1 水温，塩素量の水平分布

東海村沖海域は，その沖合に犬吠埼附近から離岸して北東に向う黒潮暖流が存在し，一方沿岸沿いに親潮寒流系水が南下しており，この海域にこれら暖寒両流の接触点に当っている．故にこの海域は暖寒両海流勢力の消長に大きく影響されると考えられる．そこで先ず本観測時に於けるこれら両海流の模様を知るために同期間に各機関で観測された資料を総合して，広範囲にわたる海域の水温，塩素量の水平分布図を作成し **Fig. VI-1** 及び **Fig. VI-2** に示した．これをみると犬吠埼から北東に延びる 23°～24°C の最高水温帯が存在し，塩素量の最高鹹部も 19.10～19.15 ‰ を示して分布状況は全く水温と一致している．従つて，黒潮暖流はこの最高水温帯の左外縁を北東流していると推察される．この流れの西側，即ち，大津沖 141°30′～40′E には隣接して 50 m 層で 19°C>，18.9 ‰> を
寒流系水が南下している．当東海村沖海域はその
上として大陸棚上の海域であるが，この海域につい
の水温，塩素量の分布を Fig. VI-3 に示す．この
に於ては，久慈川沖以南はごく沿岸部を除き，表
21°C< の高温域となっており，特に 50 m 層に於
東海村沿岸への高温，高鹹水の突込みがみられる
特徴的である．又北部海域は大津南東に比較的広
低温，低鹹域が存在し，この低温域と沖合寒流系
の間には南部海域から続く高温な水域が介在し
る．又那珂川河口附近の表層に於ける水温，塩素
平分布の模様を Fig. VI 4 に示すが，特に那珂川
南部域が北部の海域に較べて低鹹であることが注
れる．恐らくこれは，那珂川から流出した水は主
て沿岸に沿って南に拡散していると推察される．

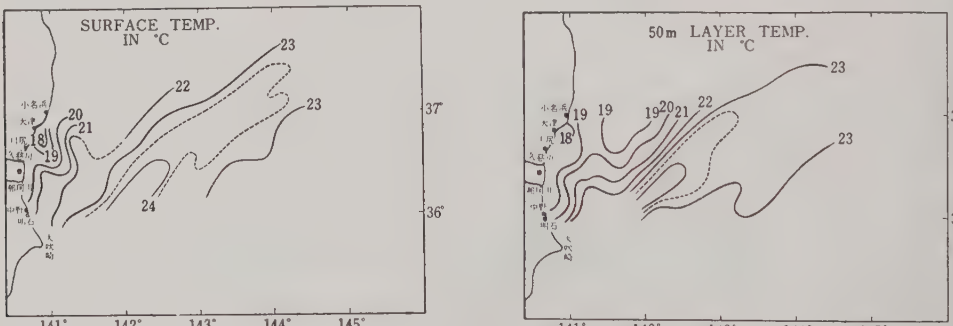

SURFACE TEMP.
IN ℃
23
22
23
20
21
18
19
24
小名浜
大津
川尻
久慈川
那珂川
中野
明石
犬吠埼
37°
36°
141°
142°
143°
144°
145°
50m LAYER TEMP.
IN ℃
23
19
19
19
20
21
22
18
23
37°
36°
141°
142°
143°
144°
145°

Fig. VI-1 Horizontal distribution of temperature.

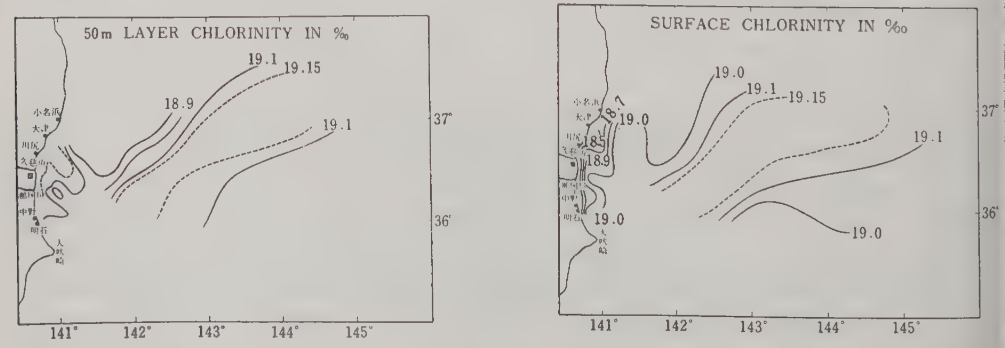

50m LAYER CHLORINITY IN ‰
19.1
19.15
18.9
19.1
小名浜
大津
川尻
久慈川
那珂川
中野
明石
犬吠埼
37°
36°
141°
142°
143°
144°
145°
SURFACE CHLORINITY IN ‰
19.0
19.1
19.15
18.7
19.0
18.5
18.9
19.1
19.0
19.0
37°
36°
141°
142°
143°
144°
145°

Fig. VI-2 Horizontal distribution of chlorinity.

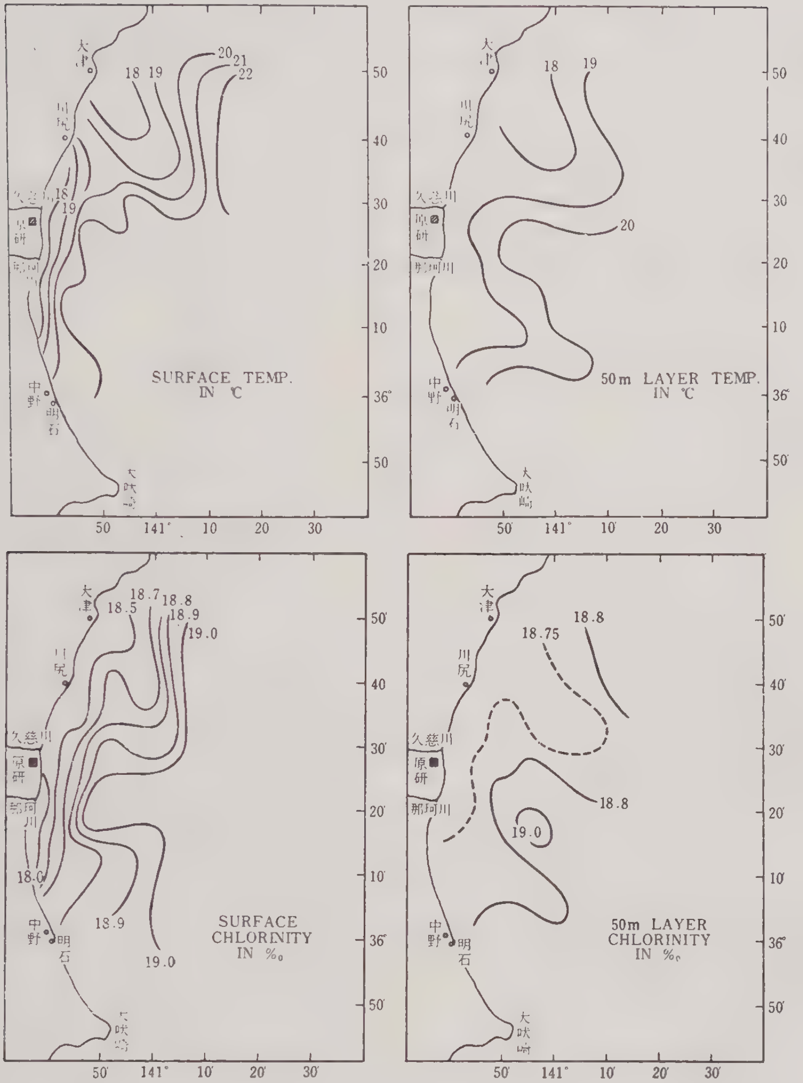
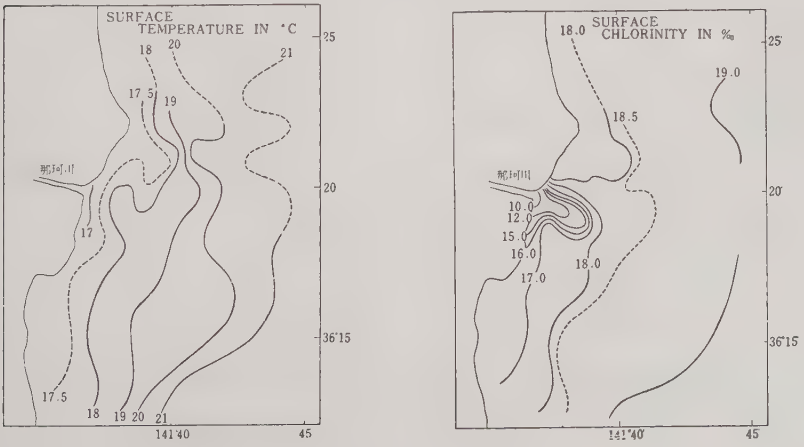

SURFACE TEMP. IN ℃
50m LAYER TEMP. IN ℃
SURFACE CHLORINITY IN ‰
50m LAYER CHLORINITY IN ‰
大津
川尻
久慈川
原研
那珂川
中野
明石
大吠崎
18
19
20
21
22
18.5
18.7
18.8
18.9
19.0
18.0
18.75
50
40
30
20
10
36°
50
141°
10
20
30

Fig.VI-3 Horizontal distributions of temperature and chlorinity off Tokai-Mura.


SURFACE TEMPERATURE IN °C
SURFACE CHLORINITY IN ‰
那珂川
17
17.5
18
19
20
21
10.0
12.0
15.0
16.0
17.0
18.0
18.5
19.0
25
20
36°15
141°40
45

ig.VI-4 Horizontal distributions of surface temperature and chlorinity near the estuary of the Nakagawa

§VI-2　溶在酸素量の水平分布

溶在酸素量の分布は Fig.VI-5 及び Fig.VI-6 の通りである．即ち黒潮主軸部では 4.8～4.9 cc/l，又東海村南部域の高温域では 5.0～5.1 cc/l，寒流系水南下域，及び大津南東の低温，低鹹域は 5.4 cc/l の豊酸素を示し，その分布の形は殆んど水温，塩素量の分布に一致している．又東海村のごく沿岸部，及び那珂川河口と明石の間のごく沿岸部の低鹹域は顕著な豊酸素域となっている．

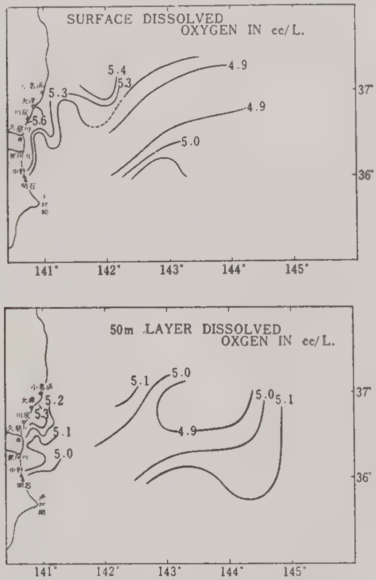

SURFACE DISSOLVED OXYGEN IN cc/L.
5.4
5.3
5.3
5.6
4.9
4.9
5.0
小名浜
大津
川尻
久慈川
那珂川
中野
明石
大吠埼
37°
36°
141°
142°
143°
144°
145°
50m LAYER DISSOLVED OXGEN IN cc/L.
5.1
5.0
5.2
5.3
5.1
5.0
4.9
5.0
5.1

Fig.VI-5 Horizontal distribution of dissolved oxygen.

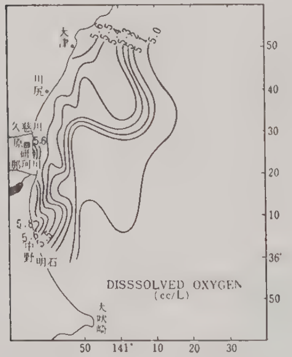

大津
川尻
久慈川
原研
那珂川
5.0
5.6
5.8
5.6
中野
明石
大吠埼
DISSSOLVED OXYGEN (cc/L)
50
40
30
20
10
36°
50
50
141°
10
20
30

Fig.VI-6 Horizontal distribution of dissolved oxygen(cc/L)observed at 5 m layer off Tokai-Mura.

§VI-3　硅酸態—硅素の水平分布（μg-at/L）

硅酸態—硅素の表層分布をみると，那珂川河口南側ごく沿岸部に高濃度水塊をみるほか，岸より 3～10 浬に川尻埼より明石沖まで南北に延びる低濃度域の するのが特徴的であり，140°50′E 以東の海域は ど一様な分布を示している(Fig.VI-7)

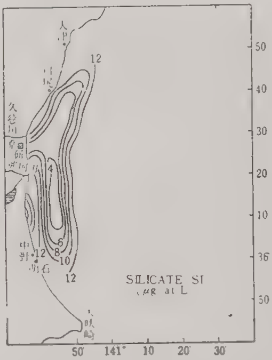

大津
川尻
久慈川
原研
那珂川
12
4
6
8
10
12
12
中野
明石
大吠埼
SILICATE SI μg at L
50
40
30
20
10
36
50
50
141°
10
20
30

Fig.VI-7 Horizontal distribution of Silicate-Si. observed at surface off Tokai-Mura.

§VI-4　水色，透明度の水平分布

久慈川以南のごく沿岸部では水色 IX～X，透明 m 以下の沿岸水がみられ，特に那珂川河口部と明 中間部には，水色 X 以上の個所があり，溶在酸素 珪酸態—珪素の分布とよい対応を示す．大津南東 温，低鹹域は透明度 10 m で悪く，水色 V を示し 尻埼より南の距岸 10 浬以沖の海域は，全般的に Ⅲ，透明度 20 m 以上となっている(Fig.VI-8, VI-9)．

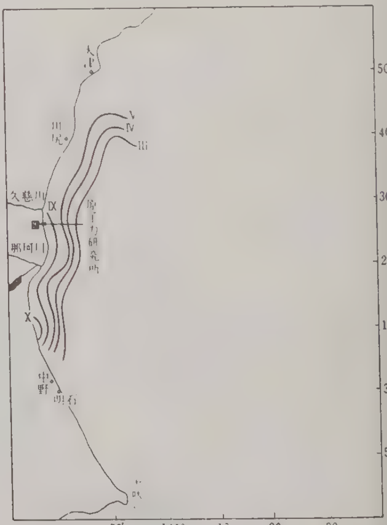

大津
川尻
V
IV
III
久慈川
IX
原子力研究所
那珂川
X
中野
明石
大吠
50
40
30
20
10
36°
50
50
141°
10
20
30

Fig.VI-8 Distribution of water color (Forel's Number)

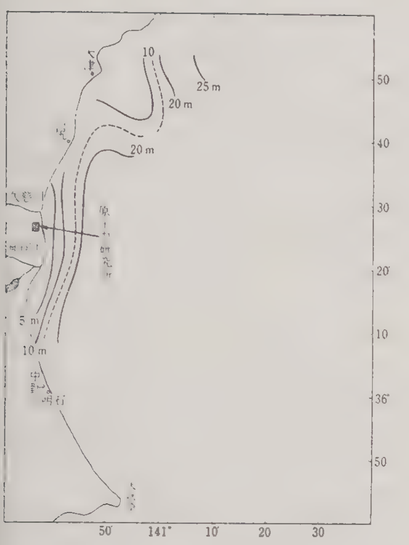


Fig. VI-9 Distribution of transparency (m) observed by using secchi's disc.

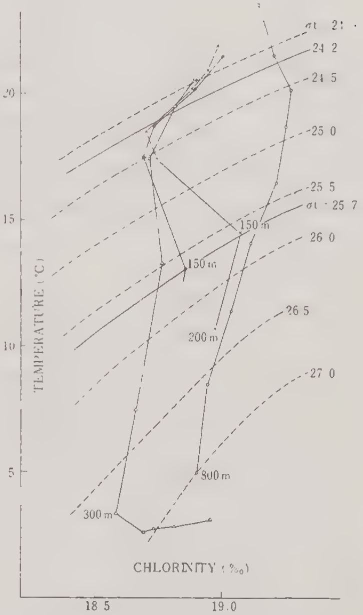


Fig. VI-10 T-Cl diagram showing the relationships among the Kuroshio, the cold water and water masses off Tokai-Mura. σt curves have been entered into the diagram.

—○—: Based on the data at Sts. B5 and B6 of the Kaiyo-Maru No. 4 at the axis of the Kuroshio in the offshore area.

—△—: Based on the data at Sts. B2 and B3 of the Kaiyo-Maru No. 4 in the cold water system in the offshore area.

—●—: Based on the data at Sts. G16 and G21 of the Soyo-Maru in the area north of Tokai-Mura.

—×—: Based on the data at Sts. G4 and G9 of the Soyo-Maru in the area south of Tokai-Mura.

§VI-5 T-Cl 曲線

東海村沖合には §1 で述べた如く，那珂川沖には高，高鹹域があり，その北側には低温，低鹹域が存在る．今，これら当海域の水塊について考察しよう．ち，黒潮暖流の代表点として第4海洋丸の st. B5 6°-59.1′N, 144°-18.7′E), st. B6 (36°-54.6′N, 5 -09.5′E の黒潮主軸部から二点を，沖合寒流系水代表点として同じく第4海洋丸の st. B2 (36°-57. N, 141°-53.0′E), st. B3 (37°-00′N, 142°-24.8′ ，st. B4 (30°-00′N, 143°-09.2′E) の三点を選び，，東海村沖合については蒼鷹丸が観測した st. G4 6°-11.6′N, 140°-59.0′E), st. G9 (36°-00′N, 140° 9.4′E) を沿岸南部域の代表点，st. G16 (36°-35.4′ 141°-09.1′E), st. G21 (36°-49.2′N, 140°-01.5′ を沿岸北部域の代表点として，夫々平均値の T-Cl 線をつくり，Fig. VI-10 に示した．東海村沖海域は m 層に塩素量の Min. があって，75 m 層以深は下に向い高鹹で，150 m 層附近に塩素量の Max. が存する．然かも 100 m 層以深では，この海域の T-Cl 線は黒潮暖流と沖合寒流系水との間にあり，東海村合水はこれら水塊の混合水となっておる．特に南部域では黒潮暖流の，又北部海域は沖合寒流系水の影が大きいと推察される．しかし，50 m 層附近では素量で更に沖合寒流系水より低く，陸水系沿岸水の響を大きく受けていることを示している．

§VI-6 σt 面上の水温分布

以上，東海村沖海域の水温，塩素量の分布の概略，水塊の性質について述べた．しかし，この海域の流動状況については，上の水温分布或は σt 分布等によって，単に地衡流的な考えで直ちに流動を推測することは危険であると思われる．そこで今水塊の移動は主として等 σt 面上にて行われるものと仮定し，上記の T-Cl 曲線から塩素量の Min., Max. に於ける σt を便宜的に選び，その σt 面上の水温分布をつくり（Fig. VI-11, Fig. VI-12），これによって流れの模様を考えよう．σt=24.2 面，及び σt=25.7 面上の水温分布からみて，東海村沖に黒潮暖流から一つの渦として分岐したと考えられる高温水が突っかけ，更にその先端は那珂川沖を南流して，東海村沖南部海域に一つの反時計回りの環流を形成していると考えられる．一方，又

水温分布と同じく，141°30′～40′E 附近に低温水が南下している．

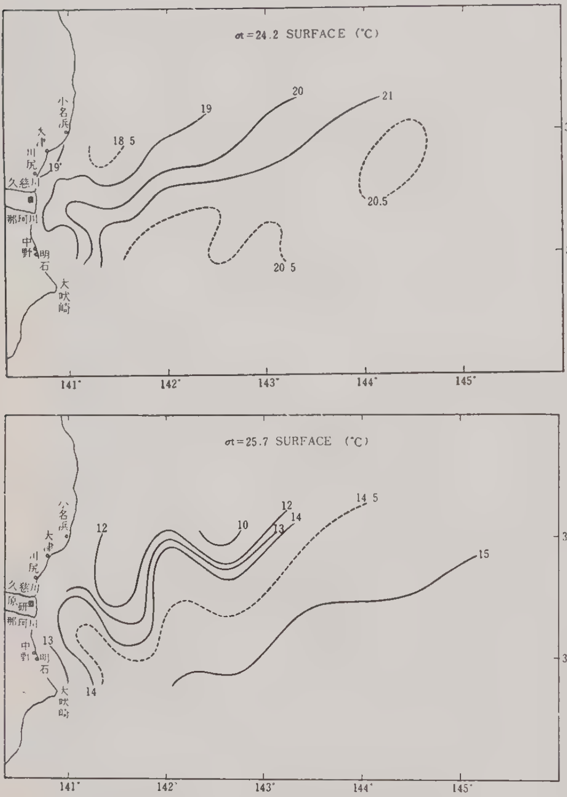

σt=24.2 SURFACE (°C)
小名浜
大津
川尻
久慈川
那珂川
中野
明石
大吠崎
18.5
19
20
21
20.5
20.5
σt=25.7 SURFACE (°C)
10
12
13
14
14.5
15
141°
142°
143°
144°
145°
37°
36°

Fig.VI-11 Distribution of water temperature on iso-σt surface.

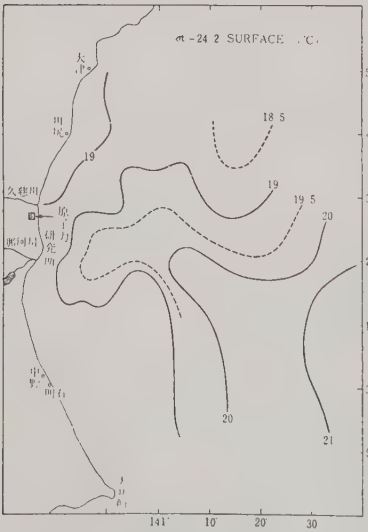

σt=24.2 SURFACE (°C)
大津
川尻
久慈川
原子力研究所
那珂川
中野
明石
18.5
19
19.5
20
21
141°
10′
20′
30′
50
40
30
20
10
36°
50

Fig.VI-12 Distribution of water temperature off Tokai-Mura on iso-σt surface.

§VI-7 海　流

最後に G.E.K. の測流結果と，上に於
察した結果にもとづいて，当海域の表層
模式的に Fig.VI-13 に示す．

黒潮暖流は犬吠崎より 2～3 Knot で北
に流れ，その最高流帯は最高水温帯の左
に存在する．そして，その西側東海村沖
海域は，Fig.VI-13 に示されたように
の反時計回りの環流（渦が）形成されて
ものと考えられ，その北側には北方から
し，久慈川沖で反転して黒潮の西側に沿
北北東流する流れが見られる．これは又
の環流（渦）とも考えられる．

故に，東海村沖合に拡散物質が投入さ
場合，これは南部海域を中心とした第1
流に乗り，この環流が一つの拡散域とな
更に黒潮流に拡散して行く可能性が考え
る．

§VI-8 既往資料からみた東海村沖海域に関する海況の考察

東海区水産研究所では塩屋崎灯台に委
て沿岸の表面水温，比重の観測を行い，
3年から現在迄，これに関する継続した
が揃っており，又茨城県水産試験場に依
12年間に亘る，大洗東の観測資料がある
れら既往の資料にもとづいて，この附近
況の周年変動，及び一般海況について少
考察を加えよう．

今これらの資料にもとずく水温，塩素量（比重
換算）累年平均値の年変化，及び塩屋埼と大洗東

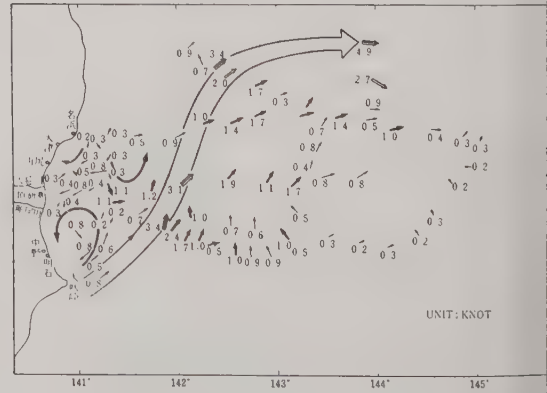

UNIT: KNOT
141°
142°
143°
144°
145°

Fig.VI-13 Observed currents by G.E.K. (denoted by
vector) and hypothetic currents based on these
results (curved arrows)

温差による年変化を **Fig.VI-14** 及び **Fig.VI-15** にした．大洗東の各点が周年，塩屋埼より高温であり，素量では塩屋埼が季節変動の少いのに較べ，大洗東はその変動も大きく，冬季に Max. 夏季に Min. とつている．大洗東に於けるこの傾向は黒潮暖流の年化の傾向に似ているが，全体に黒潮暖流よりも低鹹あり，特に夏季に於いては著しく低鹹を示すのは，珂川からの陸水に由来するものと考えられる．何れにしても，大洗附近は塩屋埼附近に比べてより暖流系であり，水塊として塩屋埼と明らかに異つていることを示している．

次に茨城県水産試験場では昭和30年8月より昭和32年2月まで，鹿島灘の中央部に当る中野に於て5日毎に観測を行なった資料があるので，中野と塩屋埼との水温差を求めその季節的変動の模様を **Fig.VI-16** に示すと，全体として水温差は正となり中野の方が塩屋

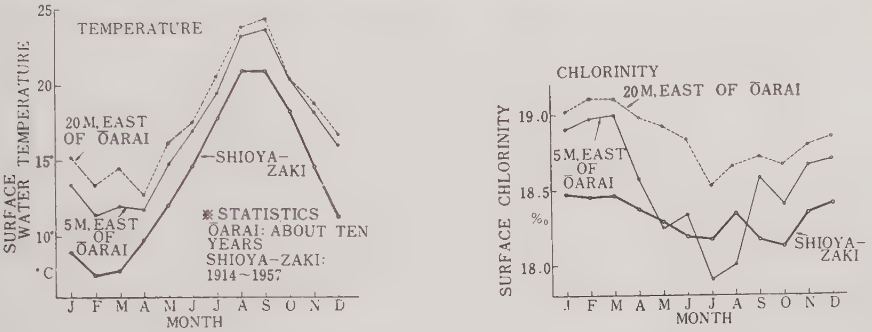


Fig.VI-14 Average annual variations of surface water temperature and chlorinity at the coastal station (Sioya-Zaki) and off-shore stations (5 miles and 20 miles E of Oarai) located in the region under study.

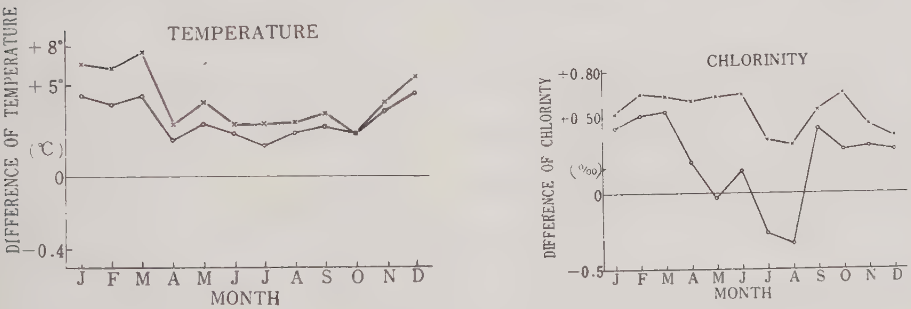


Fig.VI-15 Variation of the differences of surface water temperature and chlorinity between average monthly values at two stations East of Oarai (5 miles and 10 miles) and Sioya-Zaki.

The upper curves represent the variations of differences calculated by subtracting the values at Sioya-Zaki from ones at 20 miles E of Oarai; the lower curves those caluculated by subtracting the values from ones at 5 miles E of Oarai.

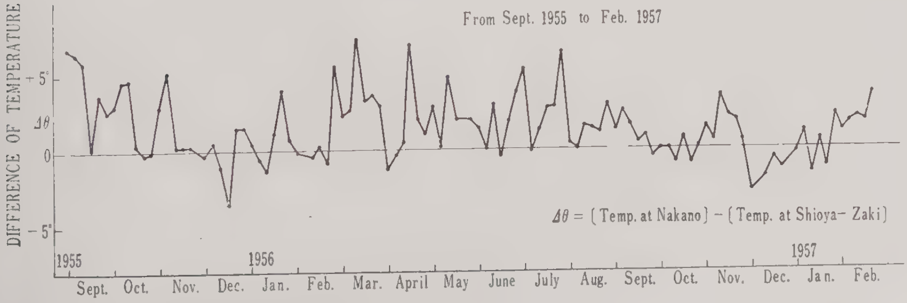


Fig.VI-16 Variation of difference of surface temperature between Sioya-Zaki and Nakano.

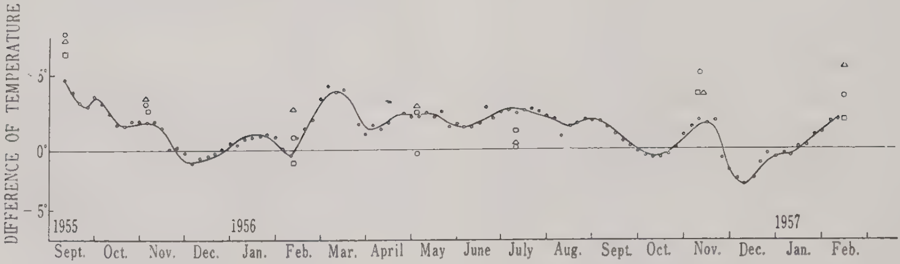


Fig. VI-17 Moving average by 5 values of temperature calculated from the same materials used in constructing the Fig. VI-16.

□: Temperature difference calculated by subtracting the values at Sioya-Zaki from ones at 1 m. east of Oarai for the same peri
○: 〃 〃 〃 at 5 m. east of Oarai 〃
△: 〃 〃 〃 at 20 m. east of Oarai 〃

埼より水温が一般的に高いことがわかる．ただ昭和30年，31年を通じ12月には水温差が負になっていることが注目される．今この資料を更に見易くするために，5コの移動平均値を求め **Fig. VI-17** に示した．そしてこの期間に於ける大洗東の各点（5 m，10 m，20 m）と塩屋埼との水温差を図中に記号で示した．これをみてわかるように大洗沖と中野附近の海況は塩屋埼附近と対比して，非常によく似た傾向を示していると考えられるが，ただ大洗東の各点は中野より水温が高い．大洗東の各点が位置的に沖合にあることも一つの原因と思われるが，中野より北に位置する大洗東附近の水温が逆に中野附近の水温より高い傾向を示すことは，東海村沖南部海域における反時計回りの環流が比較的定常なものであることを示唆しているものと考えられる．

§ VI-9 摘 要

以上の考察から東海村沖合に関する海況を綜合すると，

（1）東海村沖海域は犬吠埼から北東進する黒潮

の西側に当り，黒潮系水と可成り変質された寒流

との混合域となっているが，表層部には陸水系沿

の混合が見られる．

（2）この海域の南部には黒潮暖流から派生し東

沖へ突っかけ，沿岸沿いに南下する反時計回りの

が推定される．

（3）故に東海村沖に排出される拡散物質はこの

に乗り，南部沿岸海域で拡散し，更に黒潮流に流

てゆく可能性が考えられる．

（4）既往の定地観測資料からこの反時計回りの

は比較的定常的なものであると推察される．

文 献

1）研究所沖海洋観測報告　第1報（昭和32年）
2）　〃　第2報（昭和32年）
3）日高孝次：“海流”岩波全書

日本原子力研究所
調査報告 No. 2, 1957

UDC 551.462

VII. 茨城県東海村沖の海底沈積物について[*]

東海区水産研究所　深井麟之助・塩川文子
鈴木浜治・清水君代
茨城県水産試験場　原田和民

要旨

1956年11月，茨城県東海村沖の海洋調査が，原子炉廃水問題の事前調査として行われた際，東海区水産研究所調査船“蒼鷹丸”・茨城県水産試験場調査船“常磐丸”で採集された海底沈積物につき粒度分析を行い，その放射能を測定したので，その結果をとりまとめて報告する．

海底沈積物の分布は，この海域のような沿岸では，主として陸岸からの懸濁粒子の供給状況と水の流動に支配され，したがつて，流動の平均的な状態に対応して考察することが可能である．又，微量の放射性廃棄物を含む廃水が，この海域に放出された場合，放射性物質の濃度が，水中では検知出来ない位に低くとも，化学的沈澱，或は生物による蓄積とその沈降によつて，海底沈澱物中に濃縮され，或る時間の後には，検知しうるレベルに達する可能性が大きい．したがつてその蓄積を監査し，更に底棲生物に対する影響を調査するためには，廃水放出前の放射能レベルを正確に把握することが必要であると考えられる．以上のような観点から，この報告中では，粒度分析の結果を海水の流動状態と関連させて考察し，又放射能測定の結果は，現在の放射能レベルの表示を重点としてとりまとめた．

On the Submarine Sediments Distributed near and off the Coast of Tokai-Mura, Ibaragi Prefecture

R. Fukai, F. Siokawa, H. Suzuki, K. Simizu
Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo
K. Harada
Ibaragi Prefectural Fisheries Experimental Station,
Nakaminato, Ibaragi Prefecture

For the purpose of obtaining the basic data bearing on the discharge of the waste effluent of "Atomic Pile" being constructed at Tokai-Mura, Ibaragi Prefecture, preliminary surveys on oceanographic conditions in the sea area near and off the coast of Tokai-Mura have been carried out in November, 1956.

In the present report, the distribution of submarine sediments in the area in question was investigated taking the movements of water masses into consideration.

At the same time, the β-radioactivity of sediments was measured in order to determine the present level of radioactivity encountered in the area.

The results obtained were illustrated in the figures and tables.

---

[*] 東海区水産研究所業績B第268号，茨城県水産試験場業績.

§ VII-1　海底沈積物の粒度分布

1·1　試料の採取及び粒度分析

試料の採取を行つた地点は Fig. VII-1 に示す．採泥にはSK式採泥器（標準型）を用い，試料の一部（湿重量約 150 g）はガラス瓶中に中性ホルマリンを加えて保存し，その他は水をきつて風乾後，袋のままで保存した．

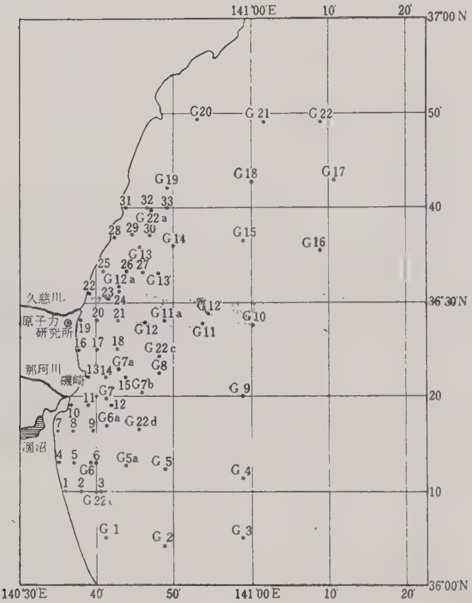

141°00'E
10'
20'
37°00'N
50'
40
36°30'N
20
10
36°00'N
140°30'E
40'
50'
141°00'E
10'
20'
G20
G21
G22
G19
G18
G17
31 32 33
G22a
28 29 30
G14
G15
G16
G13
25 26 27
G12a
G13'
22
23
24
久慈川
原子力研究所
20 21
G11a
G12
G10
G12
G11
19
16 17 18
G22c
G7a
G8
那珂川
磯崎
13 14
15 G7b
G7
12
G9
11
10
7 8 9
G6a
G22d
涸沼
4 5 6
G6
G5a
G5
G4
1 2 3
G22
G1
G2
G3

Fig. VII-1　Stations at which sediment samples were collected (G-sts.: "Soyo-Maru", other sts.: "Tokiwa-Maru").

粒度の分別を行うには，湿試料の約 50 g をとり，約 500 m*l*. の蒸溜水中に懸濁させ，直径 90 mm の真鍮製の 5 個の篩（目の大きさは夫々 3 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.2 mm, 0.05 mm）を用いて各粒分に分け，残液の懸濁物は遠心分離器を用い，2500 rpm で30分間遠心分離して回収した．分別した各粒分は，110°C で乾燥し，恒量にして秤量した．之等の秤量値から，各粒分の重量百分率を計算した．

1·2　粒度分析の結果及び考察

分別の結果は Table VII-1（論文末尾）に示す．この結果を元として，便宜的に海底沈積物の分布の連続性を仮定し，粒径 3 mm 以上（礫，Fr. 1），3～1 mm（粗砂，Fr. 2）及び 0.2～0.05 mm（泥砂，Fr. 5）の各粒分について等，百分率線を画いたものが夫々 Fig. VII-2, VII-3, VII-4 である．

Fig. VII-2 は，粒度のあらい沈積物が，原子力研究所沖合に，岸に沿い局限されて分布することを示し，この部分が定性的に水の流通路と考えられるが，反して，久慈川河口の北部及び那珂川河口の南部分布せず，この部分に対する河の流速の影響が少ことを暗示している．

Fig. VII-3 は Fig. VII-2 に示したものよりや

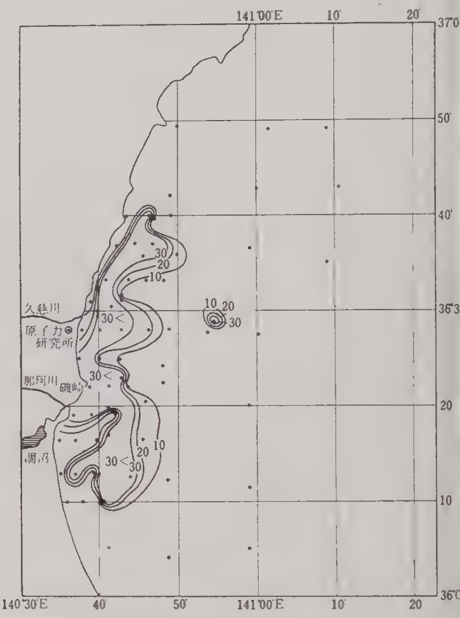

141°00'E
10'
20'
37°0
50'
40'
36°3
20
10
36°0
140°30'E
40'
50'
141°00'E
10'
20
久慈川
原子力研究所
那珂川
磯崎
涸沼
30
20
10
30<
10 20
30
30<
10
20
30<
30

Fig. VII-2　Distribution of grain (diameter 3 m
<, Fr. 1) (Unit: persentage by weight).

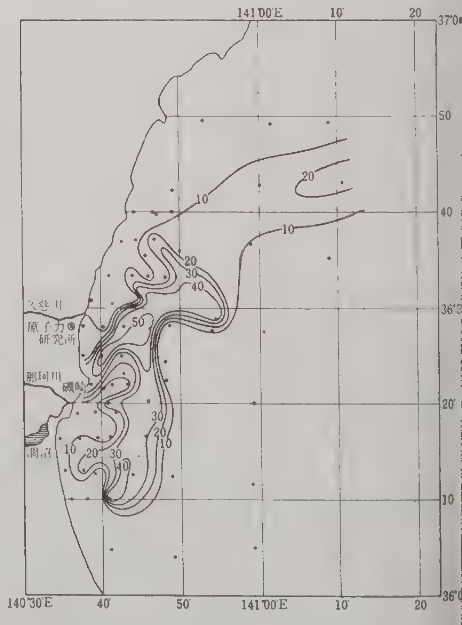

141°00'E
10'
20
37°0
50
40
36°3
20'
10
36°0
140°30'E
40'
50'
141°00'E
10'
20
久慈川
原子力研究所
那珂川
磯崎
涸沼
20
10
10
20
30
40
50
30
20
10
10
20
30
40

Fig. VII-3 Distribution of coarse sand (diamete
3～1 mm, Fr. 2) (Unit: percentage by weigh

な粒子の分布であり，Fig. VII-2 と大体の傾向は類
するが，分布の範囲が広く，磯埼から北東に，帯状
分布域を示すのが特徴的である．この帯状の分布は，
底沈積物分布に於ける不連続帯であり，沿岸では，
埼北東にかけて現われる潮境と関連することが考え
れるが，図に現われたように沖合に迄延びることは，
の流動のみで説明することは無理であり，海底の地
とも関連するものであろう．この図でも久慈川河口
北部及び那珂川河口の南部には分布が見られず，水
停滞が暗示されている．

Fig. VII-4 はかなり細かな粒分（泥砂）の分布を示
，**Fig. VII-3** と逆の傾向が認められる．即ち原子力
究所沖合及び帯状に分布の空白を示し，久慈川河
，那珂川河口南部及び帯状空白の南北に分布が集中
る．

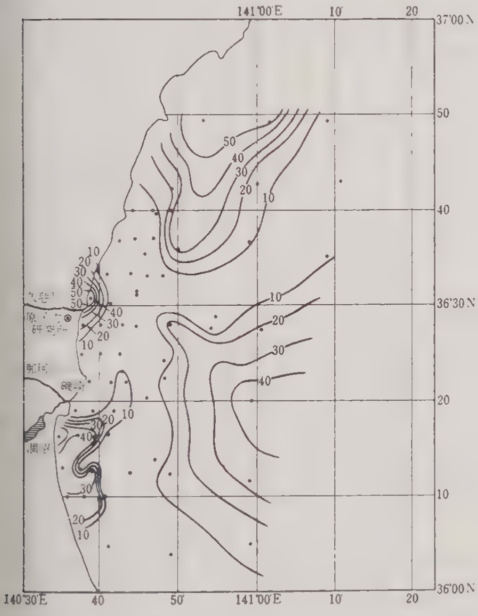

141°00'E
10'
20
37°00'N
50
40
36°30'N
20
10
36°00'N
140°30'E
40
50'
141°00'E
10'
20
50
40
30
20
10
10
20
30
40
50
久慈川
原子力研究所
那珂川
磯崎
涸沼
10
20
30
40
10
20
30
40
10
20
30
20
10

Fig. VII-4 Distribution of muddy sand (diameter 0.2～0.5 mm, Fr. 5) (Unit: percentage by weight).

上の図を綜合して推察すれば，久慈川・那珂川の河
は，平均的に磯埼一原子力研究所附近を要として扇
に拡がり，この南北の沿岸に停滞域が存在し，流速
磯埼沖北東に向つて強いことが考えられる．しかし，
合の分布不連続帯の出現は，先述した様に，海底の
質学的構成をも併せ考えて説明することが必要であ
う．

1·3 平均粒径，淘汰度及び歪度

粒度分析の結果を用い，各粒分の百分率を積算し，統計的に処理して平均粒径，淘汰度及び歪度を計算した．この値を TABLE VII-2（論文末尾）に示す．ここで淘汰度及び歪度は，第1-4分粒径，平均粒径，第3-4分粒径を夫々 Q_1，M，Q_3 とし

$$淘汰度\ (S_0)=\sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}\ ,\quad 歪度\ (S_k)=\sqrt{\frac{Q_1\cdot Q_3}{M^2}}$$

として計算した．ここで行つた粒度分析では，分別の幅がかなり大きい為，細かな論議を行うことは不可能であるが，少数の例外を除き淘汰度は2.0以下，歪度も殆んど1に近く，各粒分毎によく淘汰され，積算曲線は平均粒径に関して略々対称に近いことを示している．

Fig. VII-5 には，算出した平均粒径が連続的に変化すると便宜的に考え，地域的な変化の状態を示した．

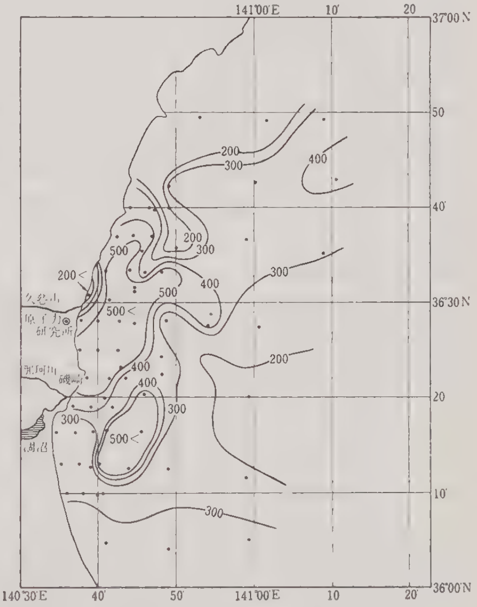

141°00'E
10'
20
37°00'N
50
40'
36°30'N
20
10'
36°00'N
140°30'E
40'
50'
141°00'E
10
20'
200
300
400
200
300
500
200<
500
400
300
久慈川
原子力研究所
500<
那珂川
磯崎
200
400
400
300
300
500<
涸沼
300

Fig. VII-5 Median-diameter of Sediments (Unit: μ).

この図は，先述した各粒分の分布に対応して，久慈川河口北部及び那珂川河口南部に平均粒径の小さな区域が存在して水の停滞を示し，磯埼北東にかけ帯状に粒径の大きな部分が流通域を示している．

§ VII-2 海底沈積物の放射能

2·1 全放射能*の測定及び結果

全放射能の測定には，粒度分析に供した残りの湿試料を用いた．湿試料の適当量を 110°C で乾燥し，この中 1 g を直径 25 mm のステンレス皿に移し，表面

---

* ここで取扱つた放射能は主としてβ放射能である．

を出来るだけ平にし，科学研究所製 G-M 管及び 32型計数器を用いて放射能を測定した．測定時間は試料・バックグラウンド各々について30分かけた．G-M 管の雲母窓の厚さは 2.1 mg/cm^2，皿と窓の距離は約 10 mm であった．測定の際，粒子に付着することが予想される海水中のカリウム-40 は，海塩中のカリウム含量が 0.01 %程度に過ぎず，無視し得る．

かくして測定した海底沈積物の全放射能を TABLE 3（論文末尾）に示す．

この表に見られる様に，この海域全般にわたつて，放射能レベルは低く，高々 7 cpm/g に達するに過ぎない．しかし微弱な放射能の分布は広く，又かなり粒度の大きな沈積物についても放射能が検知されたことは，この海域に分布する沈積物の起原と関連して，風化された花崗岩系の岩石自体の放射能を示すものと考えられる．ここで認められた放射能が人工的なものでないにせよ，現在当海域の放射能レベルが，ここに掲げた程度の値であることは記憶されねばならない．日本近海に於ける海底沈積物の現在の放射能レベルについての知見は極めて乏しいが，著者等の中，深井・塩川[1]が，1955 年に三河湾及び紀伊半島東岸の沿岸海底沈積物に就て測定した結果は，殆ど有意な放射能を認めなかつた．

2·2 粒分別放射能

粒度分析で各粒分に分けた試料の数個につき，各粒分別の放射能を，全放射能と同様な方法で測定した．この結果は TABLE VII-4 に示す．これによれば，試料によつて差があるが，放射能は Fr. 6（泥，粒径 0.05 mm 以下）に最も強く，Fr. 5（泥砂，粒径 0.2～0.05 mm）よりもむしろ Fr. 4（細砂，粒径 0.5～0.2 mm）に強い傾向がある．このことは少数の例であるので確かではないが，岩石の風化の際の放射能の残留と関連して，興味ある事実である．

TABLE VII-4 Radioactivity of each fraction

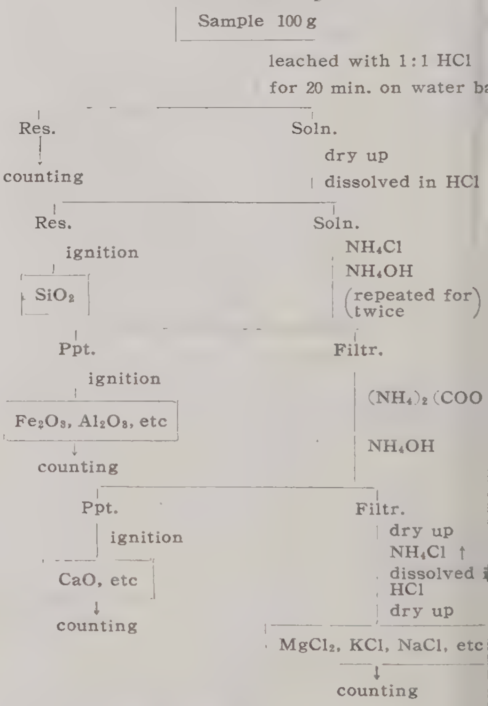
St. No.	Gross Radioactivity cpm/g	Date of Determ.	Activity		
			Fr. 4 cpm/g	Fr. 5 cpm/g	Fr. 6 cpm/g
G 5	6.3±1.5	May 28, 1957	4.1±1.5	5.2±1.6	5.1±1.6
G10	6.0±1.5	April 25～26, 〃	−0.3±1.5	2.3±1.6	2.5±1.6
G11a	6.0±1.5	May 28, 〃	6.2±1.6	3.6±1.5	7.5±1.6
G20	5.2±1.5	May 29, 〃	8.1±1.5	4.5±1.5	10.6±1.6
7	4.9±1.5	April 26, 〃	4.3±1.6	2.1±1.6	—

2·3 放射性物質の浸出と分属

上述したように，ここで認められた海底沈積物の放射能は，その起原である母岩の放射能に起因するこが推察されたが，更にその核種について大凡の知見得る為，塩酸で海底沈積物を処理し，酸中に溶解す放射性物質の化学的行動を定性的に追跡した．

即ち，風乾試料 100 g をとり，6N 塩酸 500 ml を用20 分間湯浴上で充分攪拌し乍ら浸出し，浸出液TABLE VII-5 に示したような操作で属に大別し，属及び浸出残査について放射能を測定した．放射能測定は，全放射能と同様な測定器を用い，同重量をるように勉めた（カルシウム属と一部のアルカリ属試料不足の為，重量が少い）．

TABLE VII-5 Schemes for group separation


Sample 100 g
leached with 1:1 HCl
for 20 min. on water ba
Res.
Soln.
counting
dry up
dissolved in HCl
Res.
Soln.
ignition
NH$_4$Cl
NH$_4$OH
(repeated for twice)
SiO$_2$
Ppt.
Filtr.
ignition
(NH$_4$)$_2$(COO
Fe$_2$O$_3$, Al$_2$O$_3$, etc
NH$_4$OH
counting
Ppt.
Filtr.
ignition
dry up
NH$_4$Cl ↑
dissolved
HCl
CaO, etc
dry up
counting
MgCl$_2$, KCl, NaCl, etc
counting

2·4 各分割の放射能

浸出を行つた試料の採取点は Fig. VII-6 に示し結果は TABLE VII-6 に総括した．この表中の全放能と浸出残溜放射能を比較すると，大部分が残留すものと，逆に浸出されるものとの双方がある．之は積物の外観的な性状とは必ずしも関係がないようするが，粒度の大きな砂状のものが，残留放射能の大い傾向が認められる．このことは，放射性核種の結格子内での保持が，風化の程度によつて差があるこによると考えられる．

浸出液の分属の結果は，鉄属（鉄，アルミニウムその他）及びアルカリ属（ナトリウム，カリウム，

TABLE VII-6 Results of group separation and counting

St. No.	Apparent Feature	Leached Weight (g)	Gross Activity (cpm/g)	Leached Residue (g)	Residual Activity (cpm/g)	SiO_2 (g)	Total Weight of Iron Group (oxide) (g)	Activity of Iron group (cpm/g)	Total Weight of Calcium Group (oxide) (g)	Activity of Calcium Group (cpm/0.5 g)	Total Weight of Alkail Group (chloride) (g)	Activity of Alkali Group (cpm/g)
G 1	sand	100	1.5±1.5	97.1	1.0±1.5	0.118	4.269	31.0±1.8	0.200	3.1±1.3 (0.2g)	1.837	13.9±1.6
G 2	〃	〃	1.4±1.5	96.4	2.2±1.5	0.094	2.234	26.6±1.8	0.593	0.7±1.5	2.481	12.1±1.6
G 5	sandy mud	〃	6.3±1.5	76.1	4.8±1.5	0.057	3.671	15.1±1.7	0.613	0.4±1.4	2.684	10.3±1.6
G10	muddy sand	〃	6.0±1.5	85.5	6.4±1.5	0.099	4.157	19.8±1.7	0.745	0.8±1.4	2.199	6.1±1.6
G11a	〃	〃	6.0±1.5	89.2	4.0±1.5	0.145	3.260	23.9±1.7	0.941	0.2±1.6	1.955	12.9±1.6
G18	sandy mud	〃	5.5±1.5	91.7	1.8±1.5	0.072	3.496	6.9±1.6	0.703	0.5±1.5	3.609	7.2±1.6
G20	〃	〃	5.2±1.5	98.6	2.8±1.5	0.104	1.104	12.5±1.5	0.803	1.6±1.5	2.409	6.3±1.5
7	〃	〃	4.9±1.5	87.7	1.7±1.5	0.410	4.889	9.0±1.6	1.823	1.5±1.5	0.863	6.1±1.6 (0.7g)
19	grain sand	〃	2.1±1.5	90.2	0.9±1.5	0.197	1.699	7.2±1.6	1.684	−0.4±1.5	0.606	4.8±1.5 (0.5g)
26	sand	〃	7.3±1.5	90.1	2.6±1.6	0.205	3.470	36.6±1.9	2.504	0.2±1.5	1.589	6.2±1.6

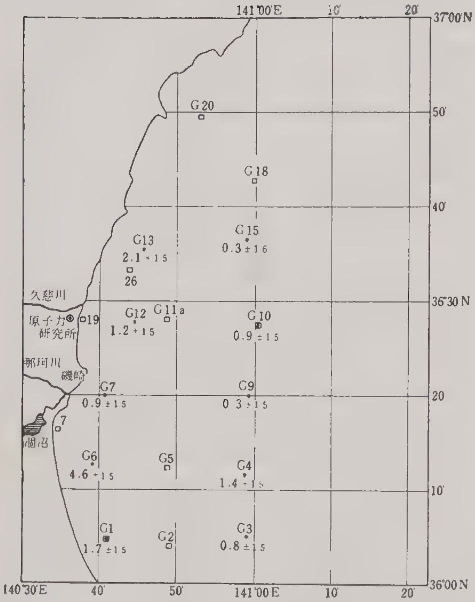


Fig. VII-6 Stations at which the leached samples were collected (denoted by squares) and radioactivity of sea water (figures represent the radioactivity in terms of cpm/l and stations were denoted by black dots).

グネシウム，その他）にかなりの放射能が集まり，カルシウム属（カルシウム，ストロンチウム，その他）には皆無であることを示す．特に鉄属に於ける放射能の集中はアルカリ属に比べて著しい．水酸化鉄の沈殿は溶液中の微量の放射性核種を良く集沈（scavenge）することが知られて居り，上述の場合には，多量の水酸化鉄（アルミニウム）の沈殿を生成したから，アルカリ以外の大部分の放射性核種は沈殿中に集つたと考えられる．その核種については不明であるが，恐らく岩石に起因するウラン系・トリウム系の元素が大部分であろう．

アルカリ属の放射能については，之に対するカリウム–40 の寄与を明かにする為，混合塩化物中のカリウムを塩化白金酸法で定量した．この場合マグネシウムはオキシン塩として除去した．定量結果及び之に相当する崩壊数をTABLE VII–7 に示す．ここで用いた計数装置の塩化カリウムに対する計数効率は 1 g の試料につき 10 % 前後であるから，この放射能がカリウム–40 に相当すると考えて大過ない．

2·5 海水の放射能

海底沈積物の放射能と関連して，その上部に存在する海水の放射能の現状を明かにする為に，10観測点で海水を採集して，放射能を測定した．測定の方法は海水 1l を試料として，鉄—バリウム・キャリヤー法によつた．測定器は沈積物の場合と同様であり，測の幾何学的位置は，水酸化鉄・硫酸バリウムの沈殿金属製沪紙鋏で保持し，雲母窓との距離を約 5 mとした．

TABLE VII–7 Potassium content and disintegration of Potassium in alkali-group

St. No.	Potassium Content K %	Disintegration of Potassium (dpm/g)	Observed Activity of Alkali-group (cpm/g)
G 1	5.68	95.1	13.9±1.6
G 2	7.21	121.2	12.1±1.6
G 5	8.24	138.5	10.3±1.6
G10	6.65	111.8	6.1±1.6
G11a	8.36	140.5	12.9±1.6
G18	7.08	119.0	7.2±1.6
G20	5.54	93.1	6.3±1.5
7	6.25	73.6	6.1±1.6 (0.
19	8.11	68.2	4.8±1.5 (0.5
26	8.29	139.4	6.2±1.6

かくして測定した値は **Fig. VII–6** の図中に示すここで見られるように，**St. G 6** を除き，有意な放能は認められない．**St. G 6** に $4.6_{\pm1.5}$ cpm/l の放能の存在する原因は不明であるが，この位置が先述た停滞域に相当することは，放射能を濃縮したプラクトン若しくは懸濁物質の存在と関連する可能性がる．

§ VII–3 摘 要

以上に述べた事実を総括すれば次の如くである

1. 海底沈積物の粒度分布から見て，久慈川河北部，那珂川河口南部に流動の停滞域が存在し，水は平均的に，原子力研究所—磯埼附近を中心とて扇状に拡がり，流速は磯埼北東に向つて大きいとが推察される．

2. 磯埼北東に向つて沖合迄，沈積物分布の不続が帯状に存在する．

3. 海底沈積物の全放射能は，高々 7 cpm/g 過ぎないが，その分布範囲は海域全般にわたる．

4. 粒度別には，泥の部分に放射能が最も高く砂よりは粒径の大きな細砂の方が高い傾向がある

5. 全放射能と塩酸浸出残留放射能を比較する大部分残留するものと，逆に大部分浸出されるもの両方があり，粒度の大きな砂状の沈積物の方が留放射能の高い傾向がある．

6. 塩酸浸出液を分属した際，鉄属・アルカリに放射能が集まり，カルシウム属には認められな

7. アルカリ属の放射能は，大部分カリウム

によるものと考えられる.

8. 10点に於ける海水放射能の測定の結果，St. G 6 以外には放射能は検出されなかつた. St. G 6 の放射能の存在は，流動停滞域における，放射能を濃縮したプランクトン，或は懸濁物質の存在と関連する可能性がある.

最後に，悪天候にかかわらず，観測に協力された観員及び調査船乗組員の各位に深く感謝する.

文 献

1) 深井麟之助・塩川文子，1956:
"紀伊半島沖青泥の化学組成について" 日本海洋学会1956年々会講演，未印刷.

2) Miyake, Y., Y. Sugiura and K. Kameda, 1955:
"*On the distribution of radioactivity in the sea around Bikini Atoll in June, 1954*", Pap. Meteor. and Geophys., **5**, 254–262.

TABLE VII-1 Texture

St. No.	Depth (m)	Date of Collect.	Percentage Composition by Weight					
			> 3 mm	3-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.2 mm	0.2-0.05 mm	0.05 mm>
G 1	23	Nov. 6, 1956	0.1	0.2	1.6	85.3	12.6	0.2
G 2	65	〃	0.2	0.2	0.5	97.8	0.1	1.3
G 3	210	〃	0.4	0.8	2.7	72.9	15.2	8.0
G 5	97	〃	0.1	0.6	2.8	56.5	16.9	23.1
G 5 a	45	〃	51.2	35.7	10.2	2.6	0.4	0.1
G 6	30	〃	0.1	0.2	0.8	49.6	48.7	0.6
G 7	31	〃	68.8	28.8	0.8	0.7	0.6	0.3
G 7 a	45	〃	46.4	13.0	7.1	19.7	10.2	3.6
G 7 b	80	〃	17.9	38.4	20.6	17.2	3.4	2.5
G 8	100	〃	0.7	6.7	12.0	54.3	12.5	13.8
G 9	380	〃	—	0.3	0.5	28.6	47.2	23.5
G10	240	〃	—	0.2	1.0	62.5	21.1	15.2
G11	120	〃	0.6	10.7	23.2	49.7	8.3	7.6
G11a	96	〃	—	3.2	4.5	49.0	21.3	22.1
G12	56	〃	20.8	50.7	15.8	11.4	0.7	0.6
G12a	50	〃	7.4	39.0	42.5	9.9	0.4	0.7
G12′	45	Nov. 9, 1956	32.7	43.3	17.7	5.9	0.1	0.3
G13	50	Nov. 6, 〃	34.0	19.2	28.9	15.5	0.9	1.5
G13′	52	Nov. 9, 〃	3.5	11.2	46.5	26.7	6.5	5.6
G14	83	Nov. 5, 〃	15.7	6.7	2.3	17.1	31.8	26.4
G15	128	〃	2.1	8.3	10.3	48.2	14.5	16.7
G16	320	〃	—	0.4	2.0	77.1	9.5	11.0
G17	170	〃	6.4	21.0	19.5	46.9	3.8	2.5
G18	120	〃	3.5	15.2	15.3	29.1	17.1	19.8
G19	48	〃	0.7	1.4	5.3	67.2	20.8	4.6
G20	48	〃	—	—	0.3	15.2	76.3	8.3
G21	116	〃	—	1.0	3.4	19.9	50.6	25.1
G22	135	〃	—	5.7	15.9	59.4	8.6	10.4

At St. G4 the collection could not be carried out owing to rough weather.

At St. G6a only grains were collected.

At Sts. 6, 10, 11, 14, 25, 29, and 32 samples could not be obtained, probably due to rocky bottom.

of the sediments

St. No.	Depth (m)	Date of Collect.	Percentage Composition by Weight					
			> 3 mm	3-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.2 mm	0.2-0.05 mm	0.05 mm>
G22a	40	Nov. 9, 1956	0.7	2.0	2.2	89.0	4.7	1.5
G22c	54	〃	0.3	3.0	13.7	75.2	6.6	1.1
G22d	48	〃	17.9	30.0	24.4	25.8	1.7	0.3
G22e	26	〃	0.3	0.9	1.6	68.3	28.4	0.6
1		Nov. 5, 1956	—	0.4	0.8	68.8	29.5	0.5
2		〃	0.4	1.6	1.7	66.8	29.3	0.4
3		〃	35.8	42.7	19.4	1.7	0.4	—
4		Nov. 6, 1956	0.7	0.8	1.4	63.8	32.7	0.5
5		〃	64.2	27.8	3.3	3.5	1.1	0.1
7		〃	—	0.4	0.6	14.6	81.5	2.9
8		〃	4.4	10.8	4.6	43.0	35.0	1.7
9		〃	4.5	5.7	4.5	38.6	46.0	0.7
12		〃	4.5	11.7	11.1	59.7	12.7	0.2
13		Nov. 10, 1956	52.2	38.5	8.2	1.0	—	0.1
15		〃	4.7	5.5	7.4	73.1	9.1	0.3
16		〃	81.9	14.8	2.9	0.3	0.1	0.1
17		Nov. 12, 1956	13.7	67.0	17.0	2.0	0.3	0.1
18		〃	4.5	25.8	30.7	35.4	3.3	0.2
19		Nov. 10, 1956	10.5	17.5	14.6	31.5	25.5	0.2
21		〃	36.6	43.1	6.3	12.6	0.4	1.0
22		〃	—	0.7	1.9	29.5	62.5	5.4
24		Nov. 12, 1956	19.3	8.8	40.0	31.0	0.7	0.2
26		〃	16.8	14.0	15.4	47.6	4.5	1.7
27		〃	0.5	1.6	3.8	70.2	8.5	15.4
28		Nov. 13, 1956	—	1.9	29.5	60.9	7.5	0.2
30		〃	47.6	29.8	4.3	4.0	4.2	10.1
33		〃	1.6	6.3	1.1	41.8	29.8	19.4

At Sts. 20 and 23 only shells of bivalves and of barnacles were respectively obtained.

On the sample collected at St. 31 size-fractionation could not be made because of defficient quantity of the sample.

TABLE VII-2 Median diameter, sorting coefficient and skewness about the median

St. No.	First Quartile Diameter Q_1 (μ)	Median Diameter M (μ)	Third Quartile Diameter Q_3 (μ)	Sorting Coefficient S_0	Skewness S_k	St. No.	First Quartile Diameter Q_1 (μ)	Median Diameter M (μ)	Third Quartile Diameter Q_3 (μ)	Sorting Coefficient S_0	Skewness S_k
G 1	419	331	243	1.31	0.96	G22	483	357	230	1.45	0.93
G 2	426	349	273	1.25	0.98	G22a	432	348	264	1.28	0.97
G 3	413	310	207	1.41	0.94	G22c	468	368	269	1.32	0.96
G 5	386	253	70	2.35	0.65	G22d	2527	957	469	2.32	1.14
G 6	355	204	125	1.69	1.03	G22e	403	293	179	1.50	0.92
G 7 b	2630	1328	546	2.19	0.87	1	396	287	175	1.50	0.92
G 8	469	331	184	1.60	0.89	2	404	292	177	1.51	0.92
G 9	246	135	55	2.11	0.86	4	396	279	162	1.56	0.91
G10	386	266	120	1.79	0.81	7	183	137	91	1.42	0.94
G11	705	406	256	1.66	1.05	8	464	289	149	1.76	0.91
G11a	394	241	71	2.36	0.69	9	420	226	129	1.80	1.03
G12	2834	1848	889	1.79	0.86	12	604	386	260	1.52	1.03
G12a	2097	958	664	1.78	1.23	15	470	367	264	1.33	0.96
G13′	889	620	345	1.61	0.89	17	2663	1916	1170	1.51	0.92
G14	495	161	47	1.03	0.95	18	1411	679	381	1.92	1.08
G15	473	318	137	1.86	0.80	19	1343	430	195	2.62	1.19
G16	412	315	218	1.37	0.95	22	272	157	97	1.67	1.03
G17	1229	480	320	1.96	1.31	24	1705	726	433	1.98	1.18
G18	979	335	96	1.01	0.92	26	1828	476	319	2.39	1.60
G19	421	310	197	1.46	0.93	27	418	312	205	1.43	0.94
G20	181	132	83	1.48	0.93	28	609	408	285	1.46	1.02
G21	198	124	50	1.99	0.93	33	385	206	78	2.22	0.84

TABLE VII-3 Gross radioactivity of the sediments

St.No.	Date of Collect.	Apparent Feature	Date of Determ.	Gross Radio-activity cpm/g	St.No.	Date of Collect.	Apparent Feature	Date of Determ.	Gross Radio-activity cpm/g
G 1	Nov. 6, 1956	sand	Mar. 16, 1957	1.5±1.5	G22	Nov. 5, 1956	sand	Mar. 17, 1957	3.4±1.5
G 2	〃	〃	〃	1.4±1.5	G22a	Nov. 9. 1956	〃	Jan. 9, 〃	2.6±1.5
G 3	〃	muddy sand	〃	4.6±1.5	G22c	〃	grain	Mar. 17, 〃	1.7±1.5
G 5	〃	sandy mud	〃	6.3±1.5	G22d	〃	grain・sand	〃	2.8±1.6
G 5 a	〃	grain	Dec. 26, 1956	3.2±1.5	G22e	〃	sand	Mar. 18, 〃	1.5±1.5
G 6	〃	sand	Mar. 16, 1957	2.8±1.5	1	Nov. 5, 1956	〃	Jan. 10, 〃	2.8±1.5
G 6 a	〃	grain	Mar. 25, 〃	4.7±1.5	2	〃	〃	Mar. 18, 〃	1.5±1.5
G 7	〃	〃	Dec. 27, 1956	0.7±1.5	3	〃	shell・grain	〃	2.6±1.5
G 7 a	〃	〃	〃	4.5±1.5	4	Nov. 6, 1956	muddy sand	Mar. 28, 1957	3.4±1.5
G 7 b	〃	〃	Mar. 16, 1957	5.5±1.5	5	〃	grain	Mar. 18, 〃	2.3±1.5
G 8	〃	grain・sand	Mar. 17, 〃	4.2±1.5	7	〃	sandy mud	Mar. 27, 〃	4.9±1.5
G 9	〃	sandy mud	Mar. 26, 〃	6.1±1.5	8	〃	sand	Mar. 20, 〃	1.7±1.5
G10	〃	〃	Mar. 25, 〃	6.0±1.6	9	〃	muddy sand	Jan. 11, 〃	1.9±1.5
G11	〃	sand	Mar. 17, 〃	2.9±1.5	12	〃	grain・sand	Jan. 14, 〃	3.6±1.5
G11a	〃	muddy sand	〃	6.0±1.5	13	Nov. 10, 1956	grain	Jan. 17, 〃	2.1±1.5
G12	〃	grain	Mar. 28, 1957	3.4±1.5	15	〃	sand	Mar. 18, 〃	4.0±1.5
G12a	〃	〃	Jan. 9, 〃	2.7±1.5	16	〃	grain	Mar. 28, 〃	3.2±1.5
G12′	Nov. 9, 1956	〃	Mar. 28, 〃	2.6±1.5	17	Nov. 12, 1956	shell・grain	Mar. 26, 〃	1.8±1.5
G13	Nov. 6, 1956	shell・sand	Mar. 17, 〃	2.9±1.6	18	〃	grain・sand	〃	3.8±1.5
G13′	Nov. 5, 1956	sand	Jan. 10, 〃	3.4±1.5	19	Nov. 10, 1956	〃	Jan. 17, 1957	2.1±1.5
G14	〃	sandy mud	Mar. 20, 〃	4.1±1.6	21	〃	grain	Mar. 26, 〃	2.4±1.5
G15	〃	〃	Mar. 25, 〃	3.9±1.6	22	〃	sandy・mud	Jan. 17, 〃	1.0±1.5
G16	〃	sand	Mar. 17, 〃	5.4±1.5	24	Nov. 12, 1956	sand	Mar. 18, 〃	4.7±1.5
G17	〃	grain・mud	Mar. 18, 〃	3.8±1.5	26	〃	〃	Jan. 18, 〃	7.3±1.5
G18	〃	sandy mud	Mar. 17, 〃	5.5±1.5	27	〃	〃	Mar. 26, 〃	4.8±1.6
G19	〃	muddy sand	〃	2.7±1.5	28	Nov. 13, 1956	shell・sand	Mar. 20, 〃	2.4±1.5
G20	〃	sandy mud	Jan. 8, 〃	5.2±1.5	30	〃	sandy mud	〃	4.2±1.5
G21	〃	mud	Mar. 17, 〃	2.6±1.5	33	〃	muddy sand	Jan. 18, 〃	2.1±1.5

増　　殖

AQUICULTURE

NH_4OH による二枚貝の産卵誘発*

相良順一郎
（東海区水産研究所）

Artificial Discharge of Reproductive Elements of Certain Bivalves caused by Treatment of Sea Water and by Injection with NH_4OH

Jun'ichiro SAGARA

It has been reported that the discharge of sexual products of *Pecten yessoensis, Haliotis discus, H. sieboldii, Anadara subcrenata* and *Brachidontes senhousia* were artificially induced by simultaneous increase of temperature and alkalinity, but in *Mytilus edulis,* the mature sexual products were discharged by mere bathing its cut mantle in ammoniated sea water.

The writer, in the present experiment which used NH_4OH, was not only successful in obtaining the discharge of reproductive substanecs of *Mactra venerifomis, M. sulcataria, Gryphaea gigas* etc. but also of *Tapes japonica* and *Meretrix lusoria* which have not previously been induced to discharge artificially by the injection of k-salts or *faradic* stimulation. Results obtained are as follows:

1. Presumptively effetive factor on the spawning induction of *Mactra.*

The first experiment using *Mactra veneriformis* and *M. sulcataria* was carried out to ascertain whether the induction of spawning was due to pH (alkalinity) or NH_4^+ ion. The sea water including both NH_4OH (NH_4^+ ion and pH) and NH_4Cl (NH_4^+ ion), was effective in producing the discharge of reproductive substances, while NaOH (pH)-sea water was not effective. From these results, it is difficult to decide whether pH or NH_4^+ ion is more effective, but it is conceivable that NH_4^+ ion will be particularly effective in the discharge, as KCl solution is in the case of the mantle of *Mytilus edulis* (see Table 1).

2. The treatment with NH_4OH-sea water.

When *Mactra veneriformis, M. sulcataria, Gryphaea gigas, Corbicula japonica* and *Trapezium japonicum,* during their spawning season, were immersed in a suitable concentration of ammoniated sea water, they began to spawn their reproductive substances without the stimulation of temperature (see Table 2).

3. The injection method of NH_4OH solution.

Meretrix lusoria and *Tapes japonica* could not spawn with the treatment in NH_4OH-sea water, but successfully spawned when 2 cc of suitable concentration of NH_4OH solution were injected directly into the gonad (see Table 3).

As the ova and spermatozoa discharged by the methods above-mentioned were all mature, the author was successful in the artificial fertilization with ease and fertilized eggs developed normally to swimming larvae.

緒言

NaOH 又は NH_4OH 等を用いて海水の pH を高めると同時に温度を高めて産卵を誘発させる試みは，二枚貝ではホタテガイ（木下 1943）7) **，モガイ，ホトトギスガイ（日下部 1956）8)，巻貝ではアワビ（猪野 1952）2) 等でなされ，その方法が産卵誘発の手段として有効であると報告されている。又岩田（1952）6) はムラサキイガイの生殖巣の入つている外套膜の一部を切りとつたものについて，これに NH_4OH-海水処理

1957年5月22日受理

* 東海区水産研究所業績B第260号

** 山本12)はホタテガイの産卵誘発には温度を急激に上げるだけで充分で pH を高める必要はないが，pH の下降は産卵を抑制すると述べている。

をするだけで生殖物質の放出を起させることが出来ると報告している。著者は今回主として NH_4OH を用いて二枚貝の産卵誘発に関する実験を行つた。そしてシオフキ，バカガイ等の外，これまでカリウム塩注射法，電気刺激法（岩田 1948，1949）3) 5) 等によつても産卵誘発が出来なかつたアサリ，ハマグリについて放卵放精を促進することが出来た。こゝに報告し参考に供する次第であるが，懇切なる御教示並びに御校閲を戴いた岡山大学岩田清二博士，東海区水研猪野峻博士又御討議を戴いた深井麟之助博士，ベックマン pH メーターの測定について御教示と御便宜を戴いた大竹茂技官の諸氏に対し厚く感謝の意を表する。

材料及方法

供試貝類はすべて千葉県浦安産のもので，その殻長約 30〜45mm のアサリ，約 45〜60mm のハマグリ，約 30〜40mm のシオフキ，約 50〜70mm のバカガイ，約 23〜28mm のヤマトシジミ，約 30〜35mm のウネナシトマヤガイ，及び殻高約 50〜80mm のカキを用いた。材料は大きさ，個数に応じてそれぞれ適当量の海水（6_{15}. 1.017〜1.019）を入れた円形バット（直径 250mm，高さ 130mm），又はシヤーレ（直径120mm，90mm，高さ 60mm，30mm）中に収容し，予め調整した NH_4OH，NH_4Cl，NaOH 等の 1 規定（N）溶液を，後述の各所定規定濃度を含む海水になる様に加えて実験を行つた。又 NH_4OH の所定濃度の水溶液を後述の様につくり，これをアサリ，ハマグリ及びカキについては直接その生殖巣内に皮下注射用 $^1/_3$mm 注射針を用いて 2cc 容量を注射する方法を行つた。注射の際は両殻の間に外径 6mm 位の硝子棒を挿入して殻を閉じない様に保つた。海水の pH の測定にはベックマン硝子電極 pH メーターを使用した。

実験結果並びに考察

1. 産卵誘発要因の検討

初めに産卵が誘発されるのは果して pH の上昇によるのか，それとも NH^+ イオンによるのかを検討するためにシオフキ及びバカガイを材料として，それ等を第 1 表の様な NH_4OH，NH_4CI 及び NaOH の各種濃度の海水溶液中に投入し，放卵放精を行うか否かを調べてみた。なおアサリ及びハマグリ等では生殖巣から切り出した卵と精子を用いては受精が極めて困難であるが，その様な卵の成熟を促進して受精可能にするために用いられている NH_4OH（和田 1942，畑中，佐藤，今井 1943）10)1) 以外の酪酸，尿素（山本，西岡 1943）11) についても，所定規定濃度の海水をつくり併せて実験を行つた。実験中の水温は 22.0〜22.8°C であつた。実験の結果は第 1 表に示す通りである。

この表に示す通り，シオフキ，バカガイを収容した海水（pH 8.27）に IN NH_4OH を添加して NH_4OH の濃度が 1/1000〜1/100 N になる様にすると，pH は 8.72〜9.90 に上昇し，約 10〜30分後に放卵放精を行う。これに反して IN NaOH を同様に添加して NaOH の濃度が 1/1000〜5/1000 N になる様にすると，pH は 9.13〜10.20 となり同様に pH は上昇するが，放卵放精は起らない。次に 1 N NH_4CI を同様に添加して NH_4CI の濃度が 1/1000〜1/10 N になる様にすると，pH は 7.93〜7.21 となり pH は下るが，NH_4CI の濃度が 1/40〜1/10 N である NH_4CI–海水中では NH_4OH 添加の場合よりやゝ遅れて 30〜60 分後に放卵放精が起る。但し 1/40N 以下の濃度では反応が起らない。

以上の結果から，NH_4OH の添加の場合の放卵放精には NH_4^+ イオンと pH の上昇の両方の要因が仂いていると考えられ，NaOH の添加の場合には NH_4^+ イオンの要因がなくて pH のみの要因であるが，この場合放卵放精が起らないことから，シオフキ，バカガイの放卵放精には NH_4^+ イオンが有効であるように思われる。しかし一般に強酸及び強塩基は細胞膜を通り難く，弱酸及び弱塩基は通り易いことが知られているので，NaOH の添加の場合は単に貝のまわりの海水のアルカリ度が高くなつただけであつて貝の細胞内の pH は殆んど変らないのに，NH_4OH 添加の場合は貝の細胞膜を通して細胞内もアルカリ性になつた為と考えられるので，簡単に NH_4^+ イオンのみの要因であるとの断定は下せない。なおホタテガイの場合7) には pH を上昇させるのに NaOH の使用が有効であつたが，この場合は pH のみの要因であろう。NH_4CI 添加の場合の放卵放精は NaOH の場合と逆に pH の要因はなくて，NH_4^+ イオンのみの要因と考えられる。しかしこれも NH_4CI が弱塩基の NH_4OH と強酸の HCI とに加水分解して細胞内は膜を通り易い NH_4OH によりアルカリ性になるために放出が起ると考えられるので（岩田 1952）6)，NH_4^+ イオンの要因と

Table 1. Experiments with chemicals to determine whether pH or NH_4^+ ion induces the spawning of Mactra

Chemicals employed	Normality of each chemical in sea water	pH value *	*Mactra veneriformis*	*Mactra sulcataria*
NH_4OH	1/100	9.90	+	+
	8/1000	9.90	+	+
	5/1000	9.80	+	+
	3/1000	9.24	+	+
	1/1000	8.72	+	+
NH_4Cl	1/10	/	+	/
	1/20	(7.21)	+	/
	1/40	7.48	+	+
	1/50	/	−	−
	1/100	7.73	−	−
	8/1000	7.78	−	−
	5/1000	7.78	−	−
	3/1000	7.93	−	−
	1/1000	8.00	−	−
NaOH	5/1000	10.20	−	−
	3/1000	9.72	−	−
	1/1000	9.13	−	−
Urea **	1/20	(9.00)	−	−
	1/40	/	−	−
	5/1000	8.26	−	−
Butylic acid**	5/1000	5.21	−	−

Note : + Discharge. − No reaction.
pH value of original sea water is 8.27, but that in parentheses is 7.92.
* measured by glass electrode pH meter.
** These chemicals are usually used to mature eggs.

いうよりむしろ細胞内のアルカリ性を高めたためという方が妥当であろう。唯 NH_4Cl 添加の場合，NH_4OH 添加によつて放出を起す濃度と同じ濃度では全然反応がなくて，NH_4Cl の濃度がかなりの高濃度（1/40 N）以上でないと，放卵放精が起らないことは興味ある事実と思われる。

以上の如く，シオフキ及びバカガイの放卵放精に対して NH_4OH-海水と NH_4Cl-海水とが共に有効で，あつたので，NH_4^+ イオンがこれ等の放出に特異な仂きをすることが推察される。この現象はムラサキイガイの外奪片に於ける KCl 溶液（岩田 1952）[6] の場合と類似している。但し今回の実験の範囲内ではその要因が pH によるものか，或は NH_4^+ イオンによるものかは断定し得ない。なお卵の成熟を促進して受精可能にする酪酸，尿素海水はいずれも放出には無効であつた。唯酪酸添加の場合海水が過度に酸性となるが，そのまゝの海水で実験を行つたので，未だ検討する必要はある。

2. NH_4OH-添加海水処理による産卵誘発

既述の通り産卵の誘発は NH_4OH でも NH_4Cl によつても誘発させることが出来るが，NH_4OH の方がその所要濃度も少くて済み，又放出までの反応時間も早い傾向があるので，NH_4OH を用い，たまたま産卵時期に当つていたシオフキ，バカガイその他の貝類について実験を行い，それぞれの貝類の実験期間中に於いて得られた各種濃度に於ける放出率を第2表に示した。実験期間中の海水の pHは約8.0～8.3の間であつた。なお実験の都度 pH の測定は行わなかつた場合もあるので，pH 値については第1表を参考とされたい。

表に示す通り，シオフキについては4月16日～7月30日及び8月24日～9月22日の間に於いて実験を行つた結果（水温16～29°C），NH_4 の濃度が 5/1000～1/100 N の海水処理でほぼ 50% の放出率を示すが，それより低い濃度の 3/1000，1/1000N の濃度では約 26%，12.5% であり，漸次放出率は悪くなる。放出は 5/1000N 以下の濃度では自然の産卵と同じであるが，8/1000N では一部の個体が，1/100N では殆んど全

Table 2. Relation between the normality of NH_4OH-sea water and the rate of discharge in certain bivalves

Species	*Mactra veneriformis*		*Mactra sulcataria*		*Gryphaea gigas*		*Corbicula japonica*		*Trapezium japonicum*	
Normality of NH_4OH-sea water	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of discharge	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of discharge	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of discharge	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of discharge	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of dis-charge
1/100	28/59	47. 4*	7/18	38. 9*	3/ 8	37. 5	6/22	27. 3	2/5	40. 0
8/1000	26/46	56. 5	6/12	50. 0	—	—	—	—	—	—
5/1000	43/89	48. 3	6/21	28. 5	9/21	42. 8	5/21	23. 8	2/8	25. 0
3/1000	10/39	26. 2	2/ 7	28. 6	2/ 9	22. 2	6/18	33. 3	—	—
1/1000	3/24	12. 5	3/ 7	42. 8	0/17	0	—	—	—	—
Duration of experiments	16 April–30 July 24 August–22 Sept.		17 April–4 July 4 August, 19 Sept.		23 June–27August		27 June–24 July		23 June, 4 August	

* Sperm or eggs were abnormally discharged through ventral margin of shell instead of siphon.

Table 3. Relation between normality of NH_4OH solution injected and the rate of discharge in certain bivalves

Species	*Tapes japonica*		*Meretrix lusoria*		*Gryphaea gigas*	
Normality of NH_4OH-sea water	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of discharged	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of discharge	Discharged Nos. / Total Nos.	Rate of dicharge
1/5	—	—	9/56	16. 1	9/25	36. 0
1/10	1/10	10. 0	7/20	35. 0	3/10	30. 0
1/20	35/80	43. 8	22/78	28. 3	15/23	65. 2
1/40	3/10	30. 0	1/7	14. 3	—	—
3/100	3/22	13. 6	3/7	42. 9	—	—
1/100	4/17	23. 5	4/14	28. 5	—	—
Duration of experiments	21 May - 27 June, 4 Sept. - 2 Oct.		31 May, 20 June - 28 Sept.		23 June - 10 August	

部の個体が異常な放出を行う。即ち卵や精子は水管から放出されずに間歇的な両殻の開閉運動によつて腹縁から放出される。1/100N 以上になると，貝は殆んど殻を開くこと無く死に到る。これはアンモニアの毒性が1/100N 又はそれ以上になると強く影響してくるためと思われる。従つて貝自身にも又放出された卵や精子にも悪影響をあたえないで，而も放出率の良い 5/1000N が産卵を誘発させるのに適当な濃度であると云えよう。又放出までの時間は 1/1000N ではそれ以上の濃度に比べてより長くかゝる傾向があり，3/1000～1/100N の間では貝の成熟度の差異がより多く影響するためか，放出開始までの時間は個体差が大きく，約10分から60分までの間に放出するものが多い。

バカガイは4月17日～7月4日，8月4日及び9月19日の3回に亘り実験を行つたが，（水温16～24°C)，供試個体が少ないためか，各濃度に於ける放出率は約 30～50%で，シオフキの場合の様に濃度に比例した傾向は見られなかつたが，高濃度の 8/1000，1/100 N に於ける異常放出はシオフキのそれと全く同様であつた。放出までの時間もシオフキの場合と同じく約 10～60 分の間に放出するものが多い。

カキは6月23日～8月27日の間に実験を行つたが（水温24～26°C)，シオフキ，バカガイに有効である最低濃度の 1/1000N では放出率は0であつた。このことは貝の種類によつて放出に有効な最低濃度が異なることを示している。供試個体が少なく 8/1000N に於ける実験を欠いたが，3/1000N が最低放出限界濃度であり，3/1000～1/100N に於ける放出率は約20～40%を示した。放出までの時間は約15～80分の間で，低濃度の 3/1000 N では長くかゝる傾向がある。

ヤマトシジミは6月27日～7月24日の間に実験を行つた（水温 24～26°C)。供試個体も少なく，1/1000N 及び 8/1000N の実験を欠くが，3/1000～1/100N の放出率は約 20～30 %を示した。放出は1時間以上経過してから行われる場合が多く，シオフキ及びバカガイ等に比し緩慢である。なおこの貝は川口に棲息するので実験に供する海水は棲息水域のそれと変らぬ塩分量の少ない海水を使用すべきであつたが，こゝではシオフキ等に用いたと同じ普通海水を使用したので，その様な事が影響していると思われる。従つてこの貝については改めて実験を行う必要がある。

ウネナシトマヤガイはたまたま密生したカキに附着していたものを材料としたので，他の貝に比し供試個体は特に少なく，6月23日と8月4日に行つた 5/1000N 及び 1/100N についての実験のみである。従つて放出率，放出時間を云々することは早計であるので，表に掲げて参考とするに止める。

3. NH_4OH 溶液注射による産卵誘発

アサリ，ハマグリは前記の NH_4OH 海水処理法では全く無効であつた。そこで K 塩注射法に於ける様に生殖巣内に直接所定濃度の NH_4OH 水溶液注射を試みた所，放出を起させることが分つた。なおこの方法は既述の通り 2cc 容量を注射したが，貝が小さい場合は特に注射の際，溶液が体外に溢れ出る場合が多い。従つてどの程度の液量が生殖巣内に入つたかは明らかでない。この方法をアサリ，ハマグリ及びカキについて行つた結果を第3表に示した。

表に示す通り，アサリは5月21日～6月27日及び9月4日～10月2日の間に実験を行つた結果（水温20～24°C)，1/10～1/100N NH_4OH 注射による放出率は約 10～40%を示した。なお 1/10N 以上の溶液を注射すると，アンモニアの毒性が強く影響して，例えば 1/2N 溶液では死ぬ場合がある。1/100N 以下の溶液は放出に無効であつた。放出は約 10～70 分後に行われ，数分又は数10分放出が続いて止まつて了う場合や，始めわずかずゝ放出し数 10 分後に盛んに放出する場合，又放出量の多寡等個体による放出状況は多様であつた。

ハマグリは5月 31 日及び6月 20 日～9月28日の間に実験を行つた（水温20～29°C)。1/5～1/100N 溶液注射による放出率は約 15～40% を示した。なお 1/5N 以上の溶液注射は貝自身に悪影響をあたえること，又1/100N 以下の溶液は放出に無効であること等はアサリと同様である。唯ハマグリの方がアサリより貝が大きいためか，NH_4OH に対する抵抗性が後者より強い様である。しかし 1N 溶液等の濃厚液を注射すれば死んで了う。放出までの時間及び放出状況はアサリの場合と殆んど同様であつた。カキは6月23日～8月10日の間に実験を行つた（水温24～26°C)。カキは注射の際，ガラス棒を両殻の間に捜入しても注射部位（左殻々頂部の左側）まで針をさし入れることが困難なので，その部位を実験前日に小さく割つて予め注射し易い様にし，又衝撃の影響からの回復も考慮して実験を行つた。実験は 1/5～1/20N のみの注射で放出率は約 30～65 % であつた。1/5N 以上の注射が悪影響をあたえることはアサリやハマグリと同様であるが，放出

に有効な最低濃度については実験を欠くため不明である。放出までの時間は 15 分位のものが多く，雌は雄に比べて放出は緩慢に行われる場合が多い。なお上記の NH$_4$OH 溶液注射法によりシオフキ及びバカガイも放出を起すが，注射法より簡便な NH$_4$OH 海水処理法で放出を起させ得るので，この実験は殆んど行わなかつた。

4. NH$_4$OH により放出させた生殖物質による人工受精

シオフキ及びバカガイは成熟した個体の生殖巣から直接切り出した卵と精子を用いて人工受精が容易に出来る種類であるが，今回の様な NH$_4$OH を用いて放出させた卵はカリウム塩注射の場合と同じく，胚胞の明瞭な大きさの揃つたものであり，精子も活潑で共に組織片等の夾雑物も殆んどない。従つて切り出した卵と精子を使う方法に比し，種々の点ではるかに優れていると云えよう。勿論両者をかけ合せての受精は可能であり正常に発生する。これに反してアサリ及びハマグリは切り出した卵と精子を用いては人工受精が極めて困難な種類で，受精させるには既述の通り，NH$_4$OH 海水，尿素水溶液或は酪酸海水等で卵を予め処理しなければならない。自然に放出された卵はアサリでは既に胚胞が消失して第 1 回の成熟分裂の中期の状態にあると云われているが（宮崎 1934）$^{9)}$，NH$_4$OH によつて放出させた卵はカリウム塩による放出の場合，その胚胞が明瞭に存在している（岩田 1948）$^{4)}$のに反して，既に消失していて自然放出卵と全く変らない。

ハマグリの自然放出卵については報告はない様であるが，カリウム塩注射により放出された卵の中で，大きな内容の充実したものは胚胞の輪郭が既に不明瞭になつているのもあるが，未だ胚胞が消失していないものが大部分である（岩田1948）$^{4)}$ のに反し，NH$_4$OH によつて放出させた卵はアサリ卵と同様に胚胞は全く消失している。

従つて今回の NH$_4$OH によつて放出させた卵と精子を用いてのアサリ及びハマグリの受精は可能であり正常に発生する。唯受精に当り注意すべきはシロチョウガイの発生の場合に於ける如く，海水中にアルカリが存在することは有害であり，発生過程に悪影響をあたえることが知られているので（和田1942）$^{10)}$，上記二法によつて放出させた卵は充分海水で洗つてから受精させる必要がある。なおヤマトシジミ及びウネナシトマヤガイについては受精の実験を欠いたので，その可能性については不明である。

以上未だ不備の点が多々あるが遂次これを補うと共に，今後他の貝類についても実験をすゝめて行きたい。

摘　　要

NH$_4$OH を用いて二枚貝の産卵誘発に関する実験を行つて次の結果を得た。

1. シオフキ及びバカガイを材料として産卵が誘発されるのは pH の上昇によるものか，或いは NH$_4^+$ イオンによるものかを検討したが，そのどちらとも断定し得なかつた。しかし NH$_4^+$ イオンが放出に特異な仂きをすることが推察された。

2. 産卵期間中のシオフキ，バカガイ，カキ，ヤマトシジミ及びウネナシトマヤガイを適当な濃度のNH$_4$OH 添加海水中に入れることにより，その生殖物質を放出させることが出来た。

3. 同じく産卵期間中のアサリ及びハマグリは上記の NH$_4$OH 添加海水処理では無効であつたが，適当な濃度の NH$_4$OH 溶液 2cc をそれらの生殖巣内に注射することによつて放卵放精を起させることが出来た。

4. NH$_4$OH によつて放出させた卵と精子を用いての人工受精は可能であり，正常に発生する。

文　　献

1) 畑中，佐藤，今井 ： 本誌, **11**, 5. 6, 218, (1943).
2) 猪野 ： 東海水研報, **5**, 9, (1952).
3) 岩田 ： 本誌, **13**, 5, 188, (1948).
4) — 〃 **13**, 6, 237, (1948).
5) — 〃 **15**, 9, 443, (1949).
6) — 〃 **17**, 6, 157, (1952).
7) 木下，渋谷，清水 ： 〃 **11**, 5. 6, 168, (1943).
8) 日下部 ： 昭和 31 年度日本水産学会年会講演要旨, 19, (1956).
9) 宮崎 ： 水産学会報, **6**, 2, 71, (1934).
10) 和田 ： 科学南洋, **4**, 3, 26, (1942).
11) 山本，西岡 ： 動雑, **55**, 11. 12, 372, (1943).
12) 山本 ： 本誌, 17, 2, 53, (1951).

漁　具　漁　法

FISHING GEAR AND METHODS

イワシ刺網の長さの方向における罹網分布に及ぼす縫目の影響

野村正恒・三次信輔・吉牟田長生・中野麟一
（東海区水産研究所）（鳥取県水産試験場）

On the horizontal Distribution of Catch influenced by the Seam of Net in Sardine Drift Nets

Masatsune Nomura, Shinsuke Mitsugi, Chosei Yoshimuda and Rinichi Nakano

Research has been conducted in regard to the horizontal distribution of catch which is likely influenced by the seam joining two unit of net adjacent to each other. The data derived from drift nets operated for sardine, *Sardinia melanostica*, in the Japan Sea. The examined results through the method of analysis shown as an example in Table 1 are mentioned in the following.

The spreading motion of distribution of catch over the net would be disturbed in some degree at places of the seam if fishing is operated at day time, but not at night (Table 3). This tendency is further accentuated if two sides of net boarded by the seam are different in colour or in luminosity (Table 5).

刺網に罹る大羽イワシの分布状態が網地の反と反とが縫合された境（反境）でどの様な影響をうけるか，更に縫合された網地が色合なり明暗を異にするばあいにはどのように影響されるかなどについて知るため，1反毎の網地を水平に区分し，区分毎に罹つた個体を数え，その水平分布より検討を行つた。

取扱つた資料は山口県日本海側沖合では昭和30年12月23日より31年3月23日に至る間27操業（昼間操業），昭和31年12月28日より32年3月7日に至る間18操業（昼間操業），鳥取県沖合で昭和31年4月18日より5月18日に至る間13操業（夜間操業）についてのもので，1回の操業には約30～40反の網地*を使用する。水平罹網分布は各反の長さの1/5区劃に於けるイワシの罹りを目測で計数した〆数を以てした。尚，資料の大半は鳥取水試の鳥取丸操業のものより蒐集した。

操業の1例を Table 1 に示す。この例と同様，いづれのばあいでも，1/5反毎の罹網〆数は波状に変化している。そこで1つの山に当る区劃を基点0として，左右に 1, 2, 3, … と区劃を並べ，基点から離れて1区劃先に移るときに罹りが減るばあいを“－”，増すばあいを“＋”，同じばあいを“・’で表わすことにして，相隣る区劃の間に縫目（反境）があるばあいと無いばあいとを別々に集計し，Table 1 の例についての計算例を Table 2 に，全体の集計を Table 3 に示す。これによると昼網では縫目を越えて魚が拡がることが幾分阻まれるようだが，夜網では縫目としての影響はあまり感ぜられない。おそらくは縫目には縫合せの糸もからみ，たる網を通してたるにつながるため網目も狭まり，その上たるの動揺に伴つてゆれるといつたことのために縫目は殊に魚に目立つためだろう。このことは波浪が強いほど縫目附近に罹りがないことが屢々おこることでも裏づけられる（Table 4, Fig. 1)。なお，夜網が行われた時期に偶々海が平穏であつたということも縫目の影響があまり感ぜられない主因であつたとも考えられようが，この点は将来に残される。

縫目の両側の網地が色合なり明るさ**なりが違うばあいについて上と同じ方法を用いれば Table 5 に示すように縫目の影響は幾分強められることが判る。

縫目が Cutch 色と Blue，または暗いと明るいとの境であると，魚群の中心が Cutch または暗い側にあるものと，Blue または明るい側にあるものでは幾分前者の場合に魚群の偏向がつよい傾向のようである。(Table 6)。

1957年6月21日受理　東海区水産研究所業績B第264号

* 網糸はクレモナ $20^{/s}$ 4本，目合は8.2～8.9節，1反の網地は巾700目，長さ33間（出来上り20間）

** こゝで云う色合は Blue と Cutch 色の二色，又明るさの相違とは同色で明度のみが異るものを云う。

Table 1. An example of horizontal distribution of catch
(Date : 14th. January, 1956 Name of boat : Tottorimaru)

① 0, .5, .5, .5, 0 1.5	② .5, 1.5, 2, 2, 1 7.0	③ .5, 2, 2, 2, 1.5 8.0	④ 1.5, 2, 2, 2, 1 8.5	⑤ .5, 2, 2, 1, .5 6.0
⑥ 0, .5, 1, .5, .5 2.5	⑦ .5, .5, 1, 2, 1 5.0	⑧ 1, 2, 2, 2, 1 8.0	⑨ .5, .5, .5, .5, .5 2.5	⑩ .5, .5, .5, 1, 1 3.5
⑪ 1.5, 3, 4, **5**, 2 15.5	⑫ 2, 3, 4, 3, 2 14	⑬ 3, 5, **6**, 6, 4 24	⑭ 3, 5, 6, 6, 3 23	⑮ 2, 0, 1, 1, 1 5
⑯ .5, 1, 1, 3, 2 7.5	⑰ 2, 3, **4**, 3, 2 14	⑱ 2, 3, 3, 3, 2 13	⑲ 2, 3, 5, 5, 4 19	⑳ 3, 4, 6, **7**, 4 24
㉑ 2, 4, 4, 4, 2 16	㉒ 2, 4, 3, 3, 2 14	㉓ 2, 4, **6**, 6, 3 21	㉔ 3, 5, 5, 5, 2 20	㉕ 5, 6, 8, 8, 6 33
㉖ 6, 8, **8**, 7, 5 34	㉗ 5, 8, 8, 4, 4 29	㉘ 1, 2, 2, 2, 1 8	㉙ 1, 2, 2, 3, 2 10	㉚ 2, 2, 3, 4, 2 13
㉛ 2, 3, **4**, 4, 2 15	㉜ 1, 1, .5, 0, 0 2.5			

The Arabic numerals show the amount of catch in KAN (1 KAN eguals 3.75 Kilograms) on each one-fifth of unit of net. The heavy numeral represent the mode of unit distribution of catch.

Table 2. An example of analysis on the data of horizontal distribution of catch (Tab. 1)

	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	0	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
	1	1	1.5	3	4	5	2 *	2	3	4	3
	4	3	2 *	3	5	6	6	4 *	3	5	6
	1	3	2 *	2	3	4	3	2 *	2	3	3
	3	4 *	3	4	6	7	4 *	2	4	4	4
	3	3	2 *	2	4	6	6	3 *	3	5	5
	8	8	6	6	8	8	7	5 *	5	8	8
	3	4	2 *	2	3	4	4	2 *	1	1	.5
	·	−	−	·	−	·	− *	·	+	+	−
	+	+	− *	−	−	·	·	− *	−	+	+
	−	+	· *	−	−	·	−	− *	·	+	·
	−	+ *	−	−	−	·	− *	−	+	·	·
	·	+	· *	−	−	·	·	− *	·	+	·
	·	+	· *	−	·	·	−	− *	·	+	·
	−	+	· *	−	−	·	·	− *	−	·	−
without seam	1	5	0	0	0	+	0	0	2	5	1
	3	0	0	0	1	·	3	0	0	2	4
	3	1	2	7	6	−	4	5	0	0	2
with seam	0	1	0	0	0	+	0	0	0	0	0
	0	0	4	0	0	·	0	1	3	0	0
	0	0	1	0	0	−	0	1	2	0	0

*···the position of the seam

Table 3. The relative values of horizontal distribution of catch compared between net with or without seam

Year	Fishing district	Kind of ship	Number of operation	Fishing time	Classification		0—Ⅰ	Ⅰ—Ⅱ	Ⅱ—Ⅲ	Ⅲ—Ⅳ	Ⅳ—Ⅴ
							+ · −	+ · −	+ · −	+ · −	+ · −
1956	Yamaguchi Pref.	Commercial fishing boat	5	Day	Without seam	Frequency Value	0 16 25 −25/41 =−.69	8 17 20 −.26	9 15 16 −.37	11 12 16 −.13	13 12 16 −.07
					With seam	〃	0 0 9 −1.00	0 4 7 −.63	2 1 7 −.50	6 2 3 +.27	3 1 4 −.12
〃	〃	Fishery research boat "Tottori maru"	19	〃	〃	〃	0 56 184 −.51	10 19 158 −.79	63 21 74 −.07	126 32 32 +.49	92 82 66 +.12
					〃	〃	0 2 9 −.82	3 9 56 −.79	11 23 57 −.51	25 13 23 +.33	5 1 5 0
1957	〃	"Tottori maru"	18	〃	〃	〃	9 32 40 −.26	3 14 56 −.73	7 3 10 −.15		
					〃	〃	0 0 1 −1.00	1 1 7 −.67	13 14 34 −.42		
1956	Tottori Pref.	〃	15	Night	〃	〃	0 8 104 −.93	15 11 61 −.50	36 14 40 −.45	51 12 21 +.36	52 19 36 +.15
					〃	〃	0 0 6 −1.00	7 3 21 −.45	8 7 20 −.34	12 9 10 +.65	1 2 7 −.60

Table 4. Numbers of the case when fish are caught around the seam, and wave intensity

Date	Numbers of the case				Wind force, direction	Sea (wind wave)	Note.
	When fish were not caught around the seam		When fish were caught around the seam				
	Number	Percentage	Number	Percentage			
1955. 12. 25	6	23	20	77	W 2	1	Fishing ground : Yamaguchi Prefecture
1956. 1. 4	21	50	21	50	NW 3	2	
1. 13	74	100	0	0	W 2	3	
1. 14	64	100	0	0	E 1	3	Fishing time : Day
1. 17	7	15	41	85	E 2	1	
2. 8	25	36	45	64	W 2	2	
2. 9	34	70	22	30	3	3	
2. 10	36	45	44	55	3	3	
1955. 2. 9	15	36	27	64	S 1	1	Same as above
2. 10	32	61	20	39	E 1	0	
2. 12	19	38	31	62		1	
2. 13	41	82	9	18	W 3	2	
〃	63	79	17	21	〃	2	
2. 14	43	75	15	25	SW 4	3	
〃	12	33	24	67	〃	3	
1956. 4. 22	25	36	44	64		0	Tottori Prefecture
〃	12	36	21	64		0	
4. 26	57	77	17	23		2〜3	Night
〃	76	95	4	5		2〜3	

Table 5. The test for influence of seam on distribution of catches when two adjacent of nets different in colour or luminosity were used

Classification	Value	0—I			I—II			II—III		
		+	·	−	+	·	−	+	·	−
without seam	1956	0	34	75	4	10	65	18	6	18
	1957	6	24	48	9	24	44	6	5	15
	total	6	58	123	13	34	109	24	11	33
	value	(6−123)/187=−.62			(13−109)/156=−.61			(24−33)/68=−.13		
with seam	1956	0	0	1	1	4	13	6	12	13
	1957	0	0	0	0	0	0	6	3	9
	total	0	0	1	1	4	13	12	15	22
	value				(1−13)/18=−.67			(12−22)/47=−.21		
with the seam, two adjacent of nets are different in colour or luminosity	1956	0	0	0	0	0	5	6	5	13
	1957	0	2	7	1	3	5	7	5	20
	total	0	2	7	1	3	10	13	10	33
	value	(0−7)/9=−.78			(0−10)/14=−.71			(13−33)/56=−.36		

Table 6. The test for influence of seam on distribution of catch in regared to the center of fish school

Classification		III	II	I	0	I	II	III
A	When fish school centered on the side of a cutched or dark net	**2** 1 1 **0** 0 0 **2** 5 4	**0** 0 0 **0** 1 1 **1** 0 2	0 0 0 0 1 2	+ · −	0 0 0 0 1 1	**0** **0** **2**	**0 1** 0 0 **1 0** 0 0 **3 2** 2 2
B	When fish school centered on the side of a blue or light net	**0 2** 0 **0 4** 1 **2 3** 1	0 1 0		+ · −	0 0 0 1 1 1	**0** **0** **2**	**1** 5 0 **0** 1 1 **1** 2 2

Result		0—I	I—II	II—III
	A	(0−5)/5=−1.00	(0−5)/7=−.72	(5−20)/26=−.58
	B	(0−2)/3=−.67	(0−4)/6=−.67	(8−11)/26=−.11

Gothic figure : 1956, Roman figure : 1957

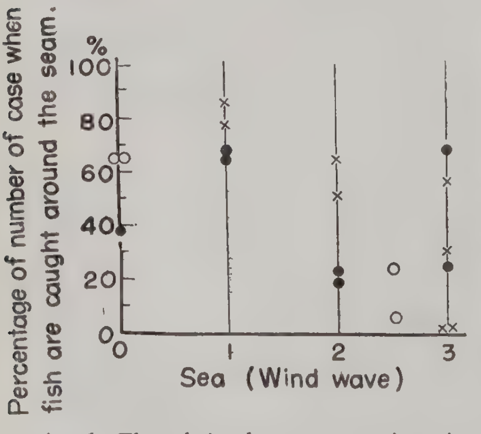


Fig. 1 The relation between wave intensity and percentage of frequency of catch around the seam. Symbols…× : 1955. 12. 24〜1956. 2. 10, ● : 1955. 2. 9〜1955. 2. 14, ○ : 1956. 4. 22〜1956. 4. 26

終りに臨み御指導を賜つた田内森三郎博士，御忠言を頂いた東海区水産研究所高山重嶺部長，宮本秀明博士，試験操業に御協力頂いた鳥取県水産試験場，同試験船鳥取丸乗組員諸氏，並びに試験材料の一部に御配慮を頂いた倉敷レイヨン株式会社，富山漁網株式会社に対し深く感謝の誠を棒げる。尚本研究の一部経費は文部省試験研究費によつたことを附記する。

水　産　化　学

CHEMISTRY OF AQUATIC PRODUCTS

魚介肉・蛋白

Muscle Proteins of Aquatic Animals

放射能汚染魚

Radiologically Contaminated Fish

On the Streaming Birefrigence of the Aqueous Extracts of Squid Muscle

— Fractionation of the Dissolved Proteins by Dialysis —

Juichiro J. MATSUMOTO
(*Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*)

On the muscles of squids and other mollusks, a characteristic phenomenon was found that streaming birefringence (SB) was observed in the second or later extracts of repeated extractions with water. Investigation of the phenomenon suggested that SB is due to that the "myosins" were extracted* into the aqueous extracts¹⁾, while the myosins of rabbit and other animals has been thought to be unextractable with water. The present paper deals with a study on protein composition of the aqueous extracts.

As reported previously, a portion of the proteins contained in the aqueous extacts of squid muscle turns into a precipitate on addition of a little amount of KCl, and the precipipitate dissolves at higher concentrations of KCl, *i.e.* it shows a salting-in¹⁾, whereas these proteins all have a particular quality that they were dissolved in the aqueous extracts.

On rabbit muscle proteins, it had been known that myosin** does salting-in at ionic strengths (I) 0.04～0.3 and actomyosin does at ionic strengths 0.3～0.35 both at pH 6.5～7, while free actin is soluble both in water and in salt solutions²⁾.

The present study was planned on the assumption that the salting-in ranges of myosin and actomyosin of squid and other animals are similar to the salting-in ranges of the rabbit muscle proteins respectively except that the "myosins", probably myosin and/or actomyosin, of squid are extracted with water. So the aqueous extracts of squid muscle were dialysed against salt solutions adjusted to the threshold salt concentrations of the salting-in ranges of muscle proteins and the proteins contained in the extracts were divided into four fractions.

In the previous study⁴⁾, from comparison of the dissolving behaviors of the muscle proteins, muscles of some marine animals were classified into three types, squid type, fish type, and lobster type. Thus, muscles of carp, spiny lobster and blue carb were also studied for reference in the present work.

Experimental

METHOD

Sample animals All the samples used were purchased at Tokyo Central Fish Market (a wholesale market). When came to hand, animals were alive, except two cases, a

---

Received Feb. 16, 1957.
Contribution B No. 258 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo

* As described in the previous report¹⁾, the proteins which failed to precipitate in the extraction mixture after centrifugation by 3,000～4,000 r.p.m. for 20～30 min. were regarded as the "extracted" and "dissolved" proteins.

** L-myosin of WEBER²⁾, and β-myosin of DUBUISSON³⁾.

squid, *Ommastrephes*, and a squid, *Loligo*, which were very fresh.

As the materials, the mantle muscle of the common squids, *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP, and *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN, the dorsal lateral muscle of carp, *Cyprinus carpio*, the muscles in the abdominal segment of spiny lobster, *Panulirus japonicus* (V. SIEBOLD), and the muscles in thoracic appendage including retractor in carapace of blue crab, *Neptunus (neptunus) trituberculatus* MIERS, were used.

Extraction Immediately after killing the animal, 10∼20 g. of muscle were cut off, weighted and ground in a mortar. The minced muscle was extracted for 10 minutes with cold distilled water, 10 m*l*. per g. muscle, using a hand-made blendor5) and cooling with an ice-water bath. After centrifuging for 20 minutes by 4,000 r.p.m., the first extract, S_1, was obtained. The residue was reextracted with distilled water, giving the second extract, S_2, and occasionally further the third extract S_3.

Dialysis The aqueous extract studied was put in four cellophane sacks, and the sacks were dipped simultaneously in the buffer solutions of four different ionic strengths, 0.04, 0.1, 0.3, and 0.4. The volume of the extract in each sack was 40 m*l*. and that of buffer solution was 200 m*l*. each. In a few cases a buffer of 1.0 ionic strength was used for dialysis in addition to four buffers as above. After 20 hours, wherein the buffer solutions were renewed 4 times, dialysate was centrifuged for 20 minutes by 4,000 r.p.m., the protein concentration and pH of the supernatant being estimated. Correction was given for the change of the volume of the extract before and after dialysis.

Buffer solution of I=0.1, 0.3, 0.4 and 1.0 and pH 6.8 were composed of phosphate buffer of I=0.05 and of pH 6.8 and different amounts of KCl : Only in the case of I=0.04, 0.04 M KCl solution of pH 7.0 was used without phosphate buffer.

At the beginning of the dialysis a calculated amount of KCl was dissolved in each extract to bring its ionic strength close to that of the outer liquid.

Determination of protein Both semi-micro KJELDAHL method and biuret method 6) were used. Nitrogen content in the proteins was assumed to be 16.0 %.

Calculation The amount of the protein fraction was represented by percentage to the total muscle proteins which was estimated by KJELDAHL method after treating the fresh muscle with trichloroacetic acid.

Streaming birefringence (SB) For the observation, an apparatus designed by OKADA and TADA7) was used.

RESULTS

The results obtained with squid muscles are shown in Table 1, and those with carp, lobster and blue crab in Table 2 the description on the sample muscles being shown in Table 3.

As shown in Table 1, the amounts of proteins dissolved in each extract of the repeated extractions of the squid muscle varied apparently from sample to sample and some variations in the dialysis data were observed also among extracts of the equal order number of extraction. In Table 2, similar variations were found in the extracts of blue crabs. These variations might be due to the individual difference of the animals including the case history before and after death

Table 1. Fractional precipitation of the proteins dissolved in the aqueous extracts of squid muscle by dialysis at various ionic strengths

Species	Extract					Proteins in solution (% of total muscle proteins)				
	No.	mg. proteins/m*l*.	% of total proteins	pH	SB	$I=0.04$	$I=0.1$	$I=0.3$	$I=0.4$	$I=1.0$
Squid, *Ommastrephes*, a	S_1	2.76	19.0	6.8	−	18.1	17.2	17.1 ?	17.2	—
	S_2	1.13	8.5	7.0	±	5.5	4.8	6.3	6.8	—
	S_3	1.00	10.6	7.0	+	6.2	Not analysed			
〃 〃 b	S_1	4.49	26.1	6.5	−	Not analysed				
	S_2	1.51	9.9	6.4	+	7.1	5.8	7.0	8.4	8.7
	S_3	0.93	7.3	6.3	±	5.5	4.7	5.6	7.0	7.2
Squid, *Loligo*	S_1	3.07	23.9	6.7	−	18.7	18.4	21.2	22.1	23.2
	S_2	1.64	12.7	6.7	±	Not analysed				
	S_3	1.07	8.3	6.8	+	5.6	5.3	6.0	8.0	8.3

Table 2. Fractional precipitation of the proteins dissolved in the aqueous extracts of muscles of carp, spiny lobster and blue crab

Species	Extract					Proteins in solution (% of total muscle proteins)				
	No.	mg. proteins m*l*.	% of total proteins	pH	SB	$I=0.04$	$I=0.1$	$I=0.3$	$I=0.4$	$I=1.0$
Carp	S_1	2.93	18.4	6.6	−	18.4	17.9	18.4	18.1 ?	
	S_2	0.47	2.6	6.6	−	2.6	2.4	2.6	2.6	
	S_3	0.34	3.8	6.6	−	2.7	1.5	1.6	1.8	
Spiny lobster	S_1	3.30	20.9	6.7	−	20.6	20.6	—	20.4 ?	
	S_2	0.97	6.1	7.0	−	5.4	5.1	5.7	5.7	
Blue-crab a	S_1	2.68	21.1	7.2	−	18.4	17.6	18.2	18.2	
	S_2	0.81	6.3	7.2	−	4.0	3.5	4.3	4.1 ?	
	S_3	0.59	4.6	7.1	−	Not analysed				
Blue-crab b	S_1	3.23	24.0	6.6	−	Not analysed				
	S_2	0.87	6.7	6.8	−	4.1	3.7	5.8	6.1	6.2
	S_3	0.46	3.5	6.7	−	2.1	2.1	2.5	2.7	3.3

Table 3. Note on the sample muscles

Species	Japanese name		Sex	Body weight (g.)	Freshness	pH	Total proteins (%)	Protein N /Total N (%)	Date
Squid, *Ommastrephes*	Surumeika	a*	♀	280	Fresh	6.4	13.6	68.0	Nov. 9
		b*	♀	360	Alive	6.8	15.1	71.6	Dec. 6
Squid, *Loligo*	Yariika		♂	160	Fresh	6.8	11.6	66.2	Apr. 7
Carp	Koi		♂	365	Alive	6.9	15.4	86.8	Nov. 24
Spiny lobster	Iseebi		♂	210	Alive	6.8	14.8	82.0	Oct. 19
Blue crab	Gazami	a*	♀	200	Alive	7.4	12.3	67.8	Nov. 15
		b*	♀	250	Alive	7.2	13.0	66.9	Dec. 29

* See Tables 1 and 2.

Some differences which is the same with those reported elswhere[4] were found among various animals in the appearance of the residual proteins after centrifuging the extracts : Three types, the squid type, the fish type, and the lobster type, were distinct from one another.

Among these aqueous extracts, S_2 and S_3 of squid always showed SB. After dialysing against the buffers of $I=0.04\sim1.0$, and then centrifuging, however, SB became inappreciable by the apparatus used here.

In the cases of carp, spiny lobster and blue crab, the aqueous extracts showed no SB, while the first extracts, S_1, of squids or blue crab were considerably turbid, the second, S_2, or the third, S_3, were by far less turbid. All extracts of carp or spiny lobster were not so turbid. By dialysis followed by centrifugation, the extracts became less turbid than before, especially when dialysed against buffer solutions of higher ionic strengths. The precipitate that was obtained by dialysis and centrifugation of squid extracts showed, if suspended in distilled water, SB, which appeared almost as intense as that of the aqueous extract before dialysis as shown in Table 4.

Table 4. Comparison of the minimum protein concentration (mg. proteins/m*l*.) showing every stage of SB pattern

Intensity of SB	Original extract S_2*	Dialysate at $I=0.1$	Suspension of ppt. at $I=0.1$
+	1.13	SB not detected	0.66
±	0.28	〃	0.33

* Squid, *Ommastrephes*, a, of Tables 1 and 3.

Discussion

(1) As mentioned above, SB was not observed in the dialysates, while the precipitate after dialysis, when suspended in water, showed SB almost as intense as that of the original extracts (Table 4). Thus the streaming birefringent protein which is contained in the aqueous extracts of squid seemed to be contained in the fraction precipitating by dialysis.

(2) In Tables 1 and 2, following tendency was observed in general. By dialysis a part of the protein contained in each extract became insoluble in the solution. The amount of this precipitate (P) varied with the ionic strength used for dialysis, as follows*:

$$P_{I=0.4} < P_{I=0.3} < P_{I=0.1},$$
$$P_{I=0.04} < P_{I=0.1}$$

If it was reasoned by analogy of the knowledge on the muscle proteins of rabbit, the case with the proteins contained in these aqueous extracts should be as follows : Actomyosin might precipitate at $I=0.3$. At $I=0.04$, both actomyosin and myosin might precipitate, while myogen, myoalbumin and globulin X remain in solution. However, because the amount of precipitate was greater at $I=0.1$ than at 0.04, it appeared that precipitation of myosin is more complete at $I=0.1$ and the amount of the precipitate there corresponds to the sum of actomyosin and myosin contained in the original extract.

According to WEBER *et al.*[2)], salting-in of rabbit actomyosin reaches its maximum effect at $I=0.35$ and at pH 6.5~7. Thus, salting-in of actomyosin of the animals studied here might be complete at $I=0.4$ and that the differential amount of the precipitates at $I=0.3$ and at $I=0.4$, might correspond to actomyosin present. On dialysis at $I=0.4$, there was an amount of precipitate, and this was first thought to be the denatured proteins. Nevertheless, for the precipitate at $I=1.0$ is less in amount than that at $I=0.4$ as shown in the cases of squids, *Ommastrephes* and *Loligo*, of Table 1 and blue crab b of Table 2, and for the salting-in range of rabbit actomyosin might be $0.3\sim0.5$[3] instead of $0.3\sim0.35$ as above, it was suggested that both actomyosin and the denatured proteins might compose the fraction. Consequently, the proteins dissolved in the aqueous extracts were divided into four fractions as follows :

---

* Few exceptions that were assigned with the interrogation marks in Tables 1 and 2 were likely due to an experimental error and were neglected.

Fraction A : Protein left in solution at $I=0.1$, probably composed of non-myosins such as myogen, myoalbumin, and globulin X.

Fraction B : $P_{I=0.1}-P_{I=0.3}$, probably composed of myosin.

Fraction C : $P_{I=0.3}-P_{I=0.4}$, probably composed of actomyosin.

Fraction D : Precipitate at $I=0.4$, probably composed of both actomyosin and denatured proteins.

Then, the percentage of each fraction in the aqueous extracts to the total muscle proteins was shown in Fig. 1.

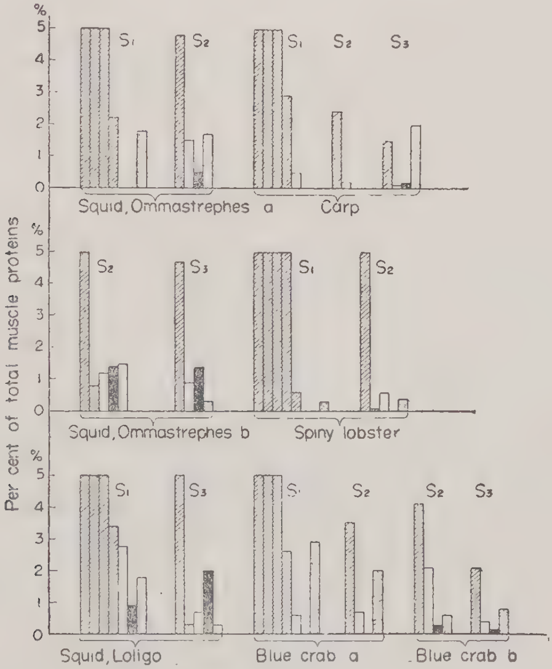


Fig. 1. Protein composition of the aqueous extracts of muscles of squid and other animals. (See Tables 1 and 2)
Hatched bar : Fraction A ; Black bar : Fraction C ;
White bar : Fraction B ; Dotted bar : Fraction D.

In Fig. 1, it appears in general that the extracts of squids contain an appreciable amount of fractions B and C while the extracts of carp and crustaceans contain less or none of these fractions. This suggests that, from the point of view of salting-in behaviors, both myosin-like protein and actomyosin-like protein might take place in the aqueous extracts of squid muscle, and might be responsible for their streaming birefringence.

Summary

1) To know the protein composition of the streaming birefringent aqueous extracts of squid muscle, the extracts of squid were subjected to a fractional precipitation by dialysing against the solutions of different ionic strengths, the aqueous extracts of carp, spiny lobster, and blue crab being treated similarly for reference.

2) The proteins which precipitate by dialysis from the extracts of squid showed streming birefringence (SB), when suspended in water. Thus, SB of the extracts was attributed to this protein fraction (Table 4).

3) From the data obtained by the fractional precipitation, the proteins contained in the aqueous extracts were divided into four fractions, the composition of the extracts being discussed (Tables 1 and 2, Fig. 1). Hereby, it was suggested that both myosin-like protein and actomyosin-like protein might be present in the extracts of squid and might be responsible for SB.

The author is indebted to Dr. M. Migita for his kind advice, to Prof. S. Mizushima for the encouragement to this work, and to Mr. N. Aoe and Mrs. T. Saishu for their technical assistance.

References

1) Migita, M. and Matsumoto, J J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 641~52 (1954).
2) Weber, H. H. and Portzehl, H.: Advances in Protein Chemistry, **7**, 196, 198 (1952).
3) Dubuisson, M.: *Experientia*, **2**, 258~9 (1946).
4) Migita, M, Matsumoto, J. J., Aoe, N., and Saishu, T.: Read before the Meeting of the Japanese Seciety of Scientific Fisheries, Oct. 2, 1955.
5) Matsumoto, J. J.: *J. Jap. Chem.*, **9**, 202~3 (1955).
6) Matsumoto, J. J. and Kanamitsu, T.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*., **21**, 284~8 (1955).
7) Okada, T., and Tada, S.: *ibid.*, **20**, 224~31 (1954).
8) Bailey, K.: "The Protein", Vol. **II**, Part B, Academic Press, New York (1954) 961.

A New Contractile Protein of Squid Muscle
A Comparative Study with Carp Actomyosin*

Juichiro J. MATSUMOTO
(*Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*)

日本水産学会誌
第二十三巻 第二号 別刷
昭和三十二年六月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 23, No. 2 June, 1957

A New Contractile Protein of Squid Muscle
A Comparative Study with Carp Actomyosin*

Juichiro J. **Matsumoto**
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

From investigation of the behaviors of the streaming birefringent protein in the aqueous extracts of the squid muscle and of the quantitative relationships between the said protein and some protein fractions in the squid muscle, an assumption was brought about that the observed streaming birefringence (SB) may be due to dissolving-out of the myosins** into the aqueous extracts1). The assumption became more probable by comparing the intensity of SB of these fractions with each other2).

When the extract was dialysed against the solutions of various ionic strengths (I), an amount of the streaming birefringent protein was found to precipitate at $I=0.3$ and pH 6.83). Thus, referring to the sofar described properties of muscle proteins of rabbit and carp4)5), the existence herein of actomyosin-like protein was assumed. On the basis of that fact the author succeeded in separating and concentrating the actomyosin-like protein. Then experimental bases were requested to decide if it is indeed identical with actomyosin.

For this purpose, methods are given such as electrophoresis, ultracentrifuge, or comparison of some physico-chemical properties of the protein, as ROTH6) and HAMOIR7) did. They showed the respective identity of myosin and actomyosin of carp with those of rabbit which had been studied most profoundly. It was thought, however, more important to give attention upon their functional properties involved in the contraction of muscle, for these properties are the most specific ones to actomyosin.

For example, when adenosinetriphosphate (ATP) solution is added to actomyosin solution in 0.5∼0.6 M KCl, a sudden decrease of viscosity and SB (the first phase), a duration of the low viscosity or weak SB (the second phase), and a recovery (the third phase) are observed successively. As to the mechanism of these changes, researchers share the view as follows4)8)9) :

In the first phase, the shift to the right takes place in Equation (1) :

$$\text{actomyosin} \xrightarrow{+\text{ATP}} \text{actin} + \text{myosin} \qquad (1).$$

In the second phase, ATP is decomposed by the adenosinetriphosphatase (ATPase) activity of myosin or actomyosin as Equation (2) :

$$\text{ATP} \xrightarrow{+\text{myosin or actomyosin (ATPase)}} \text{ADP} + \text{P} \qquad (2).$$

Received Feb. 16, 1957.

* Contribution B No. 259, from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Fisheries Agency.
Read before the Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries on Oct. 28, 1955.

** The word "myosins" was used here to include both myosin or L-myosin and actomyosin.

As soon as ATP is removed from the system, shift to the left in Equation (1) which results in the recovery of the viscosity and SB occurs.

Besides the above changes in solution, addition of ATP to the suspension of actomyosin gel in the media of lower ionic strengths ($I < 0.15$) causes a kind of syneresis called "superprecipitation"[10]. The ATPase activity to split ATP as Equation (2) is another functional property which is shared by both myosin and actomyosin.

In the present report, the ATP-response of SB, superprecipitation and some physicochemical properties of the concentrated streaming birefringent protein fraction of squid muscle are treated and compared with those of carp actomyosin and the existence of actomyosin in the said fraction is discussed.

EXPERIMENTAL

METHODS

Unless otherwise stated, methods employed are same to the previous report[1].

Samples Mantle muscle of both male and female of common squid, *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP, (body weight, 340~600 g.) was used: Sample squids were purchased at wholesale markets. When they came to hand, they were very fresh and occasionally alive, being used in experiment as early as possible. Carps, *Cyprinus carpio*, including both sexes, were of weight 120~150 g. : Extraction was done immediately after killed by cutting off the head, and using the dorsal lateral muscle.

Extraction To avoid the injurious effect of heavy metals[10], glass-redistilled water was employed ; metallic vessels and equipments were avoided ; centrifuging tubes were covered with paraffin-paper during the centrifugation. The most part of the treatments including extraction, fractionation and centrifugation (3,500~4,000 r.p.m.) was done in a cold room (0~8°C.) and by using an ice-water bath. Thus the temperature of the liquid was not raised beyond 10°C. even just after the centrifugation. The obtained sample solutions were kept in an ice-box.

Preparation of the squid protein The squid muscle was minced in a mortar and extracted repeatedly with cold water. From the extracts, ones which showed an intense SB were chosen and combined, added with KCl to 0.3 M and dialysed overnight against 3~6 volumes of 0.3 M KCl in a cold place. When the dialysate was centrifuged, some amount of the precipitate was obtained which, by adding an equal volume of 1.2 M KCl, becomes into an opalescent viscous solution showing an intense SB (Fig. 1). Table 1 shows the yield of protein in each fraction to the total muscle proteins. After the preparation was finished on the second day of the experiment, various tests were done whithin next 2 days using Fraction S_7. Dialysis against 0.3 M KCl as in the present work did not always give a good amount of the precipitate P_4 and a lower concentration of KCl such as 0.2 M might be more favorable as will be reported later.

Preparation of actomyosin of carp muscle According to the method of SZENT-GYÖRGYI[10] which was improved by WATANABE[11][12], minced carp muscle was extracted with WEBER-EDSALL's solution (0.6 M KCl, 0.04 M $NaHCO_3$, and 0.01 M Na_2CO_3) for 24 hours ; after centrifuging-off the residual proteins, actomyosin was precipitated three

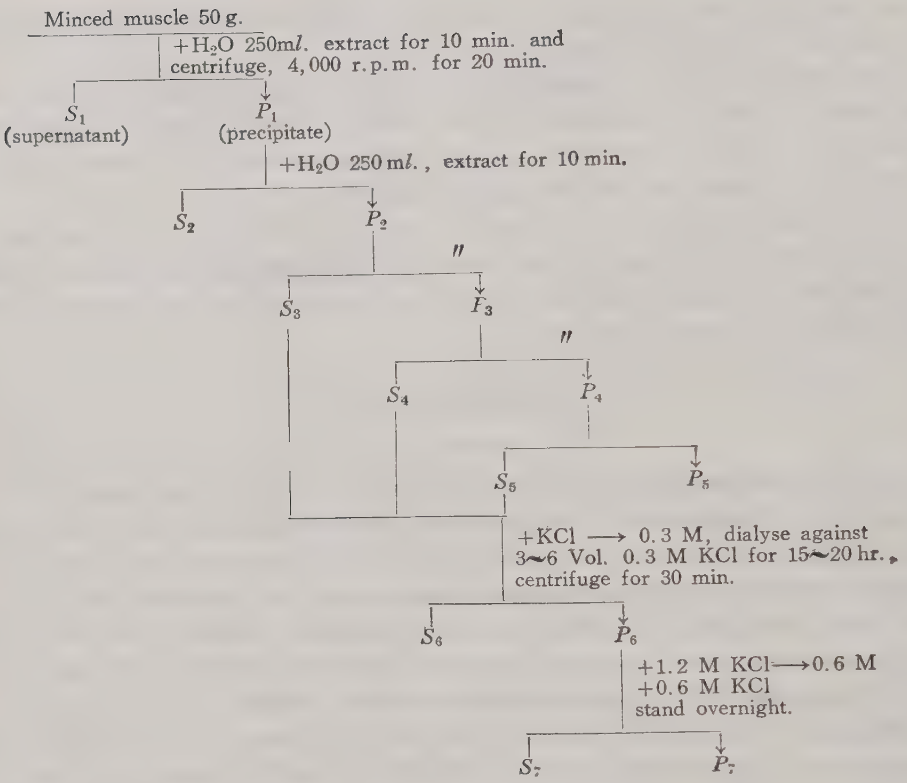

Minced muscle 50 g.
+H₂O 250ml. extract for 10 min. and centrifuge, 4,000 r.p.m. for 20 min.
S₁ (supernatant)
P₁ (precipitate)
+H₂O 250 ml., extract for 10 min.
S₂
P₂
〃
S₃
P₃
〃
S₄
P₄
S₅
P₅
+KCl ⟶ 0.3 M, dialyse against 3∼6 Vol. 0.3 M KCl for 15∼20 hr., centrifuge for 30 min.
S₆
P₆
+1.2 M KCl⟶0.6 M
+0.6 M KCl
stand overnight.
S₇
P₇

Fig. 1. Preparation of the streaming birefringent protein fraction in the aqueous extracts of squid muscle.

Table 1. A quantitaive aspect of the repeated extraction of squid muscle* with water

Extract	Volume (ml.)		pH	SB	Concentration mg. protein/ml.	Yield		
	Extract	Ppt.				mg. protein/ g. muscle	% of total protein	
S_1	227	66	6.1	−	3.66	16.6	11.2	
S_2	172	88	6.2	−	1.79	6.2	4.2	
S_3	167	116**	6.3	+	1.62	5.4	3.7	**10.1**
S_4	134	165**	6.5	+	2.27	6.1	4.2	
S_5	125	193**	6.8	+	1.27	3.2	2.2	
S_7 ***	56	1****	6.7	+	4.42	6.1		**4.2**

* ♀ ; pH 6.1 ; total proteins, 14.8% ; Protein-N/total-N : 0.829 ; Sept. 26.

** These figures include the amount of the translucent paste described previously (C- and D-phases).

*** Concentrated fraction.

**** Probably denatured proteins.

times at 0.1∼0.2 M KCl, being washed twice with 0.05 M KCl ; the resultant white mass of the protein, which amounted to 26∼29 per cent of total muscle proteins, was dissolved into 0.6 M KCl solution. It showed an opalescent turbidity, a high viscosity and a marked SB ; the protein concentration, 12∼62 mg./ml. pH 6.5∼6.9.

Deternination of protein in solution Either semimicro-KJELDAHL method or biuret method[13] was used. Nitrogen content in the proteins was conveniently assumed as 16.0 %.

Streaming birefringence As reported by MIGITA and MATSUMOTO[1], a semiquantitative estimation was done using the instrument of OKADA and TADA[14]. For, in this method, to classify the intensity of SB into 3 stages, +, ±, and −, was found more reliable than to classify into 4 stages, +, ±, ≟, and −, as described in the previous report, the classification into 3 stages was adopted as the routine method, in place of the other. To detect the ATP-response of SB, protein concentration was adjusted to nearly the lowest level which showed + pattern of SB in a series of repeating two-fold dilutions of the sample solution with 0.6 M KCl. To 8∼10 m*l*. of such protein solution, 0.5∼0.8 m*l*. of 0.025∼0.055 M ATP solution was added with or wthout the addition of 0.16∼0.2 m*l*. of M/20 $MgCl_2$, and SB was pursued.

Superprecipitation Protein solution was diluted with water to $I=0.1$, where the protein was lead to a turbid suspension. To 1∼2 m*l*. of the suspension, different amounts of 0.025 M ATP solution were mixed with or without adding 0.05 M $MgCl_2$ of 1/50 of its volume, the changes that follow during the storage at room temperature being observed and photographed.

ATP sample ATP-Na_2 of National Biochemical Corporation and ATP-Na_4 of Zellstoffabrik were used. The purity estimated by $\varDelta 7P$ was 72∼100 %.

Salting-in range Phosphate buffer ($I=0.125$, pH 6.8) 2 m*l*., KCl solution of various concentrations 7 m*l*., and protein solution in 0.5∼0.6 M KCl solution 1 m*l*. were mixed so that the resultant ionic strength of the mixtures varied from 0.05 to 0.5 and pH was kept near 6.8. After 2 hour cold storage, tubes were centrifuged (3,000 r.p.m., 20 min.) and protein concentration was determined.

Isoelectric point (p*I*) The precipitation optimum was measured by the following method, where the ionic strength was kept at 0.4 and 0.6 by adding KCl solution to increase the solubility of the protein in the neighberhood of p*I*. The mixtures were composed of acetate buffer of various pH values ($I=0.1$) 2 m*l*., 0.7 M KCl 2 m*l*., and protein solution (in 0.4 M KCl) 4 m*l*.; after 1∼2 hour cold storage, the protein concentration and pH of the centrifuged solutions (3,000 r.p.m., 20 min.) were determined.

RESULTS

(A) Response of SB to ATP

ROTH[6] and HAMOIR[7] have reported the decrease in viscosity of carp actomyosin upon adding ATP, but the whole course of the ATP-response of viscosity or SB of fish actomyosin has not yet been reported. Thus the change of SB of the carp actomyosin was studied both at 20°C. and at 0°C. At the room temperature, SB disappeared immediately after the addition of ATP and meanwhile it was found again (Fig. 2, Curves B and C.). These courses suggest that changes in Equations (1) and (2) have taken place there. As the ATPase activity of rabbit actomyosin which catalyzes the reaction in Equation (2), is inhibited by Mg ion at this ionic strength, Curves D and E of Fig. 2 show that there

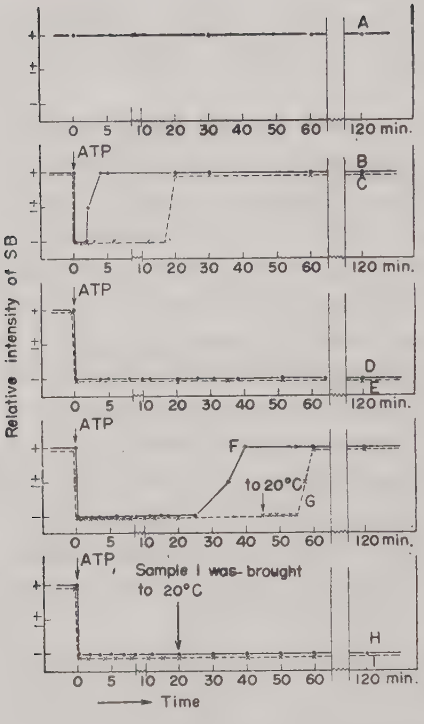


Fig. 2. Changes in SB of the actomyosin of carp muscle in 0.6 M KCl upon addition of ATP.

Date : Dec. 3 ; pH of fresh muscle : 7.0.

Curve	Pretein concn. (mg./m*l*.)	ATP (M)	$MgCl_2$ (M)	pH	Temperature (°C.)
A	1.6	—	—	6.6	20
B	3.2	0.0012	—	6.6	20
C	1.6	0.0012	—	6.6	20
D	1.6	0.0012	0.001	6.8	20
E	1.6	0.0012	0.001	6.6	20
F	1.6	0.0012	—	6.8	~0*
G	1.5	0.0023	—	6.6	~0*→20
H	1.6	0.0012	0.001	6.8	~0*
I	1.6	0.0012	0.001	6.8	~0*→20

* The solution was occasionally taken out from the ice-both for the observation of SB.

was working a similar effect also in the case of carp actomyosin. When ATP was added at 0°C., Curves F and G, where Mg ion was absent, resembled to Curves B and C, but the second phase of Curve F was longer and that of Curve G did not finish until the mixture was brought to 20°C. The fact suggests that the ATPase activity was depressed at the low temperature. When Mg ion was added (Curves H and I), the once-disappeared SB did not restore as in the cases at room temperature (Curves B and C). The difference between Curves B and C, which is shown in the duration of the second phase, might be due to that the protein concentration, and therefore the concentration of ATPase, was higher in Curve B than in Curve C. In the case of Curve G, SB which did not restore in the cold did reappear as soon as the reaction mixture was brought to the room temperature : In Curve G, more ATP was used than in Curve F. These results would

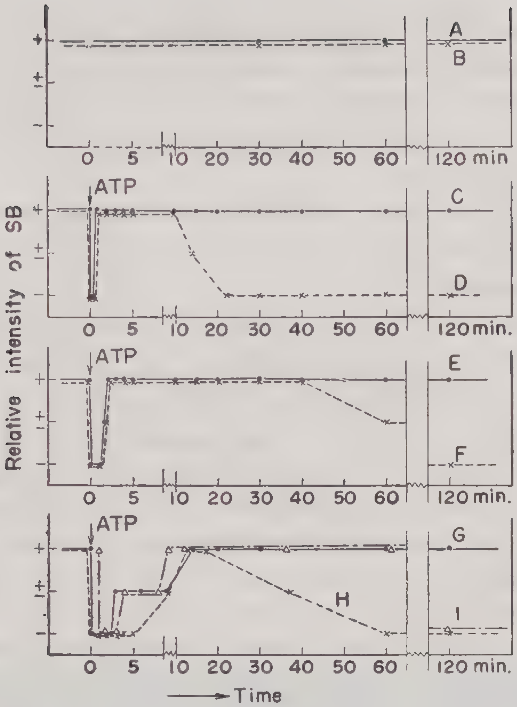


Fig. 3. Changes in SB of the streaming birefringent fraction in the aqueous extracts of squid muscle upon addition of ATP in 0.6 M KCl.

Date : A~F, Sept. 1 ; G~I, Sept. 27.

pH of fresh muscle : A~F, 6.4 ; G~I, 6.1.

Curve	Protein concn. (mg./ml.)	ATP (M)	$MgCl_2$ (M)	pH	Temperature (°C.)
A	2.1	—	—	6.6	24
B	2.1	—	—	6.6	~0
C	2.7	0.0012	—	6.8	24
D	2.7	0.0012	0.001	6.4	24
E	2.7	0.0012	—	6.7	~0*
F	2.7	0.0012	0.001	6.7	~0*
G	2.0	0.0024	—	6.2	23
H	2.0	0.0024	0.001	6.2	23
I	2.0	0.0024	0.001	6.2	~0*

* The solution was occasionally taken out from the ice-bath for the observation of SB.

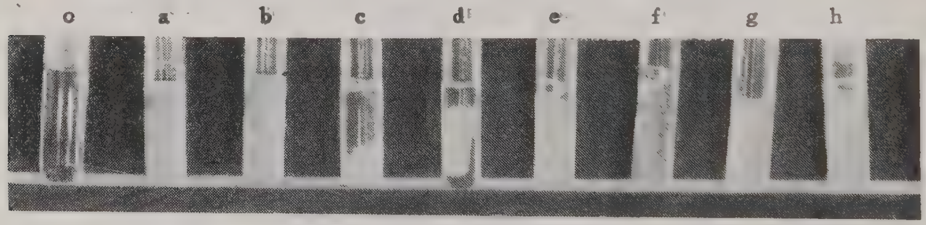
prove that carp actomyosin responds to ATP in a similar manner to rabbit actomyosin. It would be also shown that the method estimating SB by use of this apparatus deserves to treat the ATP-response of actomyosin.

With the streaming birefringent fraction of squid muscle obtained by the method of Fig. 1, the results were as shown in Fig. 3. As Curve C in the figure shows, the change in the absence of Mg ion gave the same course with the case of rabbit and carp actomyosin. Thus it is suggested that the streaming birefringent fraction of squid muscle shows a similar SB response to ATP and also shows an ATPase activity. If the solution was ice-cooled, a change as Curve E was observed, wherein no difference was found except less quick recovery of SB than Curve C at the room temperature. The addition of Mg ion to the squid protein gave no appreciable effect as shown in Curves D, F, H, and I, while Mg ion prevented the restoration of SB of carp actomyosin. Nevertheless, if SB was restored once, it resumed meantime to disappear which was not the case in the absence of Mg ion. Curves G, H and I were obtained with another lot of sample solution. It might involve a difference in ATPase activity of both preparations, that SB restored after a longer period there than in Curves C~F.

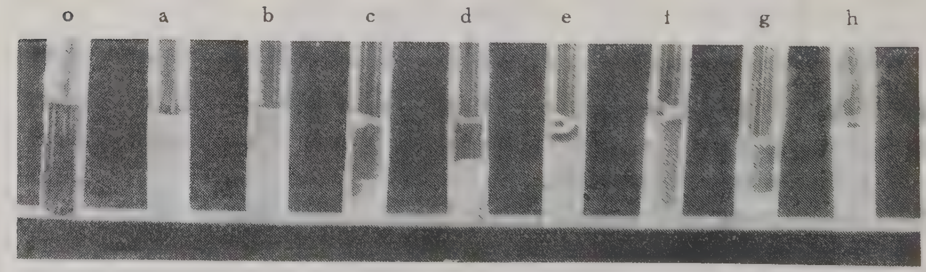
In these experiments 38~150 g. moles ATP per 10^5 g. carp actomyosin and 45~120 g. moles per 10^5 g-squid protein were used.

(B) Superprecipitation

As to the superprecipitation of fish actomyosin, no observation has yet been reported. In the present study, the carp actomyosin showed a typical superprecipitation as shown in Fig. 4 and Table 2 : If ATP was added in the absence of Mg ion to the protein suspension which was obtained by diluting the original solution to 6 times of its volume and to 0.1 M KCl concentration, the protein aggregated immediately, the aggregate shrinking, and forming a stopper-like precipite within 3 minutes. When 0.001 M Mg ion was present, the turbidity of the protein suspension decreased just after the addition of ATP, and the protein gradually aggregated into a suspension of fine particles within 30 minutes, and separated from the mother liquid within 1 hour, forming a compact precipitate a night after, but it remained in a fine-particled state. While a stopper-like precipitate was formed in the room temperature and without Mg ion, a fine-particled superprecipitate was obtained even wtihout Mg ion, if cooled with ice. Thus the carp actomyosin was found to make super-



(A) Three min. after adding ATP.



(B) Three hours after adding ATP.

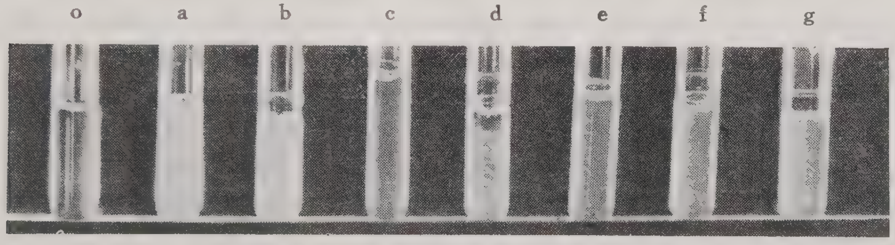
Fig. 4. Superprecipitation of carp actomyosin.
Date : Dec. 3 ; pH of fresh muscle : 7.0.
Tube o contains water as a control.
With tubes a~h see Table 2.

Table 2. Superprecipitation of carp actomyosin
Date : Dec. 3 ; pH of the mixtures : ~6.8.

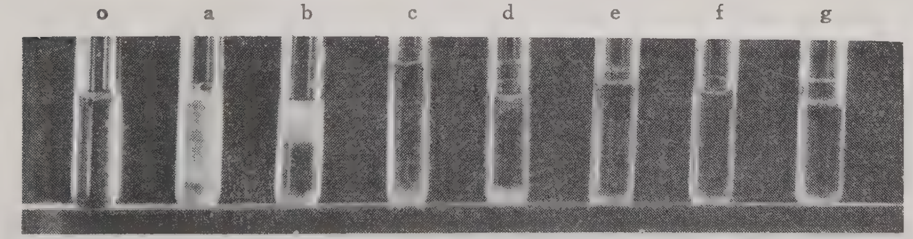
	a	b	c	d	e	f	g	h
Protein concn. (mg,/ml.)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
ATP (M)	—	—	0.005	0.00125	0.000125	0.005	0.00125	0.000125
$MgCl_2$ (M)	—	0.001	—	—	—	0.001	0.001	0.001
KCl (M)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

(Observation after adding ATP)

	a	b	c	d	e	f	g	h
Immediately after	Turbid suspension		Marked contraction stopper like ppt.		Clear supernatant separates	Becomes transparent		
10 min.			Contraction proceeds		Stopper-like ppt.			
30 min.						Fine particled ppt. aggregates		Fine-particled suspension
3 hr.			Stopper like ppt.					
20 hr.						Fine particled compact ppt.		



(A) Three min. after adding ATP.



(B) sixteen hours after adding ATP.

Fig. 5. Superprecipitaion of the streaming birefringent fraction of the aqueous extracts of squid muscle.
Date : Sept. 26 ; pH of fresh muscle : 6.1.
Tude o contains water as a control.
With tubes a~g see Table 3.

precipitation similar to rabbit actomyosin in literatures[10]*.

With the streaming birefringent fraction of squid muscle the results in Fig. 5 and

---

* In studying the superprecipitation, the author owed a detailed knowledge on the superprecipitation of rabbit actomyosin to the private communication of Prof. E. Miyazaki.

Table 3. Superpretcipiteion of the streaming birefringent fraction in the aqueous extracts of squid muscle

	a	b	c	d	e	f	g
Protein concn. (mg./m*l*.)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
ATP (M)	—	—	0.0042	0.00025	0.0042	0.0011	0.00024
$MgCl_2$ (M)	—	0.001	—	—	0.001	0.001	0.001
KCl (M)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
(Observation after adding ATP)							
Immediately after	Turbid suspension			Wool like suspension	Turbidity decreases		Turbid Suspension
10 min.			Clear supernatant separates	Pptn. begins	Suspension		
60 min.		Supernatant separates	Ppt. sets down				
16 hr.		Voluminous ppt.	Fine compact ppt.				

Tabe 3 were obtained, showing that the said fraction of squid does superprecipitate as carp actomyosin does. In this case a stopper-like precipitate was not formed even in the absence of Mg ion. While the sedimentation was more rapid in the absence of Mg ion, the precipitate when sedimentation finished was more compact in the presence of Mg ion.

ATP employed here amounted to 6~200 g. mole per 10^5 g. protein in the case of carp actomyosin, and 33~570 g. mole per 10^5 g. protein in the case of the squid preparation.

Experiments described in (A) and (B) will show that an actomyosin or an actomyosin-like protein is dissolved in the streaming birefringent fraction of squid.

(C) Superprecipitation in the crude aqueous extracts of squid muscle

The foregoing results showed that the aqueous extracts $S_3 \sim S_5$ of Fig. 1 contained an actomyosin-like protein. A superprecipitation study was then tried on the crude aqueous extracts (Fig. 6). To extracts $S_1 \sim S_5$ of Fig. 1, KCl and ATP were added to 0.1 M

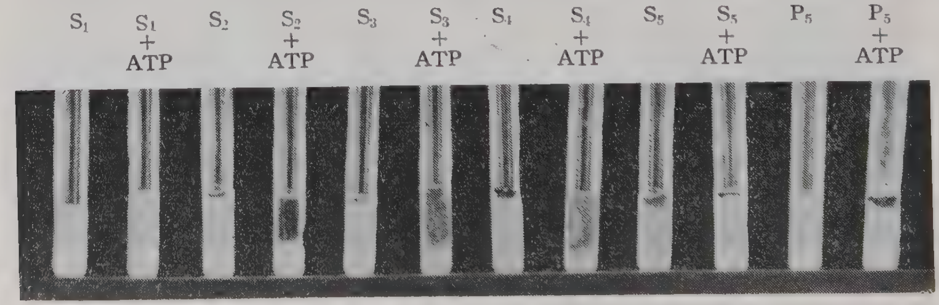


Fig. 6. Superprecipitation of the aqueous extracts of squid muscle. Picture 22 hours after adding ATP (0.00092 M) ; $I=0.1$ (KCl) ; pH~6.5 ; Date : Sept. 26 ; pH of fresh muscle : 6.1. P_5 is the fluent suspension covering the surface of the centrifuged residue of the fifth extraction.

and 9.2×10^{-4} M respectively, and mixed. While, 10 minutes after mixing, only S_4 and S_5 showed separation of precipitate from the mother liquid, a night after, $S_2\sim S_5$ gave precipitates which were distinguishable from the controls. This suggested that an actomyosin-lik protein has been extracted as early as into S_2. Though, in S_5, the precipitate after sedimentation was less oompact than the control, the supernatant was more clear in the tube added with ATP, and it was suggested that a mild superprecipitation might occur also in S_5. The fluent suspension, P_5, that covered the residue of the fifth extraction (D-phase of the previous report[1]) shrinked to a stopper-like precipitate upon addition of ATP.

(D) Salting-in range and isoelectric point (p*I*)

To get further information, the salting-in range and p*I* were studied both on carp actomyosin and on the streaming birefringent fraction of squid.

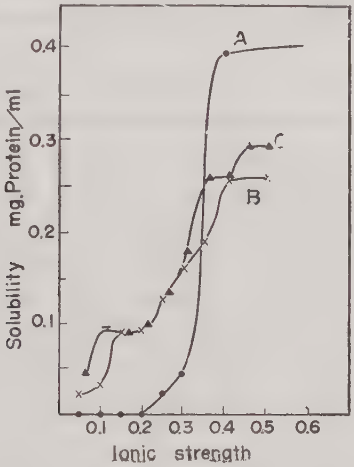


Fig. 7. The salting in range of the carp actomyosin (Curve A) and the actomyosin like fraction of squid muscle (Curves B and C*).
Date ; A, Dec. 3 ; B, June 23 ; C, Sept. 1.
pH of fresh muscle : A, 7.0 ; B, 6.2 ; C, 6.4.
* The solution used in the experiment of A∼F in Fig. 3.

As shown by Curve A of Fig. 7, the carp actomyosin began to dissolve at $I=0.25$ and at pH∼6.8, reaching a maximum solubility at $I=0.4$. Such behavior is in accordance with the results of ROTH and HAMOIR, and the preparation treated here appears to be pure actomyosin.

The salting-in curve of the squid protein was as Curves B and C of Fig. 7 : These curves suggest that, besides the major fraction which have the salting-in range at $I=0.25\sim0.4$, there is a minor fraction which is soluble at the ionic strength as low as 0.15 and occupies some 30 % of the total protein in the solution. Thus the preparation is apparently not homogeneous. This point will be discussed later.

The p*I* of carp actomyosin was near pH 4.8∼4.9 at $I=0.4$ and near pH 4.2 at $I=0.6$, while that of the squid protein was found near pH 4.7 at $I=0.4$: There is no significant difference between p*I* values of carp actomyosin and of the squid protein.

The p*I* value found on carp actomyosin, however, seems rather lower than p*I* of actin-containing myosin of carp (pH 5.1~5.4) reported by several investgators[6][15][16]. But with myosin of rabbit, it was suggested that p*I* is dependent on the ionic strength[17], and the present data were obtained at the higher ionic strengths. Thus, the problem of the p*I* would be dealt with after an additional study.

DISCUSSION

(1) From the above results, the streaming birefringent fraction of squid appears to be similar to rabbit or carp actomyosins, in two respects, the ATP--response of SB and the superprecipitation. For these properties reflect the most important characteristics of actomyosin, it would be reasonable to say that the streaming birefringent fraction studied here contains an amount of actomyosin or an actomyosin-like protein, which plays a role in the contraction of squid muscle in vivo, and also shows mechanochemical responses on addition of ATP in vitro.

Besides these similarlities, the contractile protein of squid differs in some respects from rabbit actomyosin. Firstly, it is extracted easily with water at a definite condition, being held in the extract even after centrifugation, but precipitated if KCl was added to the concentration of 0.05~0.3 M. Secondly, in the SB--response on adding ATP, the once-disappeared SB did restore even in the presence of Mg ion, which is not the case with rabbit and carp actomyosins. Thus the ATPase activity of the actomyosin-like protein appears to be not inhibited by Mg ion. However, the protein preparation might be centaminated with "the water-soluble, Mg-activated ATPase[18]", for it was prepared according to an scheme (Fig. 1), which was designed in view of getting a good yield of the actomyosin-like protein, and not in view of making an enzymatically pure preparation.

Another difference was observed that, if ATP was once added together with Mg ion, the once-restored SB of the actomyosin-like protein of squid, resumed to disappear within 2 hours (Fig. 3, Curves D, F, H and I) : The once-restored SB was stable if Mg ion was absent (Fig. 3, Curves C, E, and G). The cause of this difference is obscure, but it might be a characteristic of the squid protein, because a similar course of the ATP-response of viscosity was reported on myosin B extracted from the adductor of scallop[19] which is not so remote from squid in biological classification. However, result of YAGI *et al.*[20] should also be taken into account that myosin B fraction of scallop and other shellfishes appear similar to myosin B of rabbit in ATP--response of viscosity, superprecipitation and in ATPase activity.

As shown in Fig. 5, the actomyosin-like protein did not make a stopper-like superprecipitate but a fine-particled one which was observed with carp actomyosin only in the presence of Mg ion. It might be due to that the test of the squid pretein was done at a lower protein concentration than that of carp actomyosin, or to that a small quantity of Mg ion was contained in the preparation of the actomyosin-like protein of squid.

(2) The salting-in curve of the fraction S_7 used in this work contained one or two minor fractionsas much as some 30 % of the total proteins (Fig. 7, Curves B and C). Then a question arises which component will be responsible for the actomyosin-like properties. It seems most probable that the major component which begins salting-in at the ionic

strength higher than 0.25 is it, as expected also from the salting-in behavior of rabbit or carp actomyosin. If a solution of the streaming-birefringent fraction of squid in 0.6 M KCl was stored in cold, the function to superpreciptate diminished day after day. In parallel to the diminution of this activity, the salting-in curve of the solution changed, suggesting that the major component is decreasing in amount while the minor ones are increasing[21]. This fact will favor the above view that the major component is the actomyosin-like protein.

(3) It is true that the actomyosin-like protein of squid showed functional characteristics of actomyosin as a contractile protein of muscle. However, it is also true that the protein has some properties deviating from actomyosins of rabbit or carp. Among these deviations a fact that the actomyosin-like protein is readily extracted from frech muscle with water is predominant. Since this property was found to be shared by the muscles of mollusks[22], the author proposes to call the protein tentatively by the name of "M-actomyosin" which means that there are some deviations from the properties of actomyosin of the striated muscles of rabbit and other animals.

SUMMARY

1) To prove the assumption that the streaming birefringence (SB) observed in the aqueous extracts of squid muscle is due to the dissolving-out of actomyosin or an actomyosin-like protein, the streaming birefringent protein was separated as a concentrated solution by precipitating it through dialysis against 0.3 M KCl. Then the properties of the protein were compared experimentally with those of carp actomyosin.

2) Whereas SB of carp actomyosin, on addition of ATP, showed a very similar response to that reported on rabbit actomyosin (Fig. 2), the streaming birefringent protein of squid behaved itself in a similar but distinct way, if Mg ion was present (Fig. 3).

3) Both carp actomyosin and the streaming birefringent protein of squid showed a typical superprecipitation (Figs. 5 and 6, Tables 2 and 3).

4) From salting-in curves, it was found that the used preparation of the streaming birefringent protein of squid contained one or two minor components, while that of carp actomyosin was homogeneous (Figs. 7).

5) It was inferred that, in the aqueous extracts of squid muscle, an amount of actomyosin-like protein is dissolved which has the functional properties of the contractile proteins. However, for some differences from actomyosins of rabbit and carp were found, and for these differences may be shared by mollusks, it was proposed to call this protein "M-actomyosin".

The author is indebted to Dr. M. Migita for his valuable advice, to Prof. S. Mizushima for tne encouragement to this work, and to Miss. A. Yamashita and Miss. M. Akiba for their technical assistance.

References

1) Migita, M. and Matsumoto, J. J. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 641~52 (1954).
2) Migita, M. and Matsumoto, J. J. : Read before the Annual Meeting of the Chemical Society of Japan on April 3, 1954.

3) Matsumoto, J. J. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **23**, 47~52 (1957).

4) Weber, H. H. and Portzehl, H.: "Adv. Protein Chemistry", **7**, 161~247 (1952).

5) Bailey, K. : "The Proteins", Vol. 2, Part B, Academic Press, New York (1954), p. 951~1055.

6) Roth, E. : *Biochem. Z.*, **318**, 74~94 (1949).

7) Hamoir, G. : *Bull. Soc. Chim. Biol.* : **31**, 118~22 (1949).

8) Engelhardt, V. A. : *"Adv. Enzymology"*, **6**, 147~91 (1947).

9) Mommaerts, W. F. H. M. : *J. Gen. Physiol.*, **31**, 361~75 (1948).

10) Szent-Györgyi, A. : "Chemistry of Muscular Contraction", Academic Press, New York (1947).

11) Watanabe, S. : "Standard Methods of Biochemistry" (in Japanese), Bunkyudo, Tokyo, 1953, p, 245.

12) Miyazaki, E., Terayama, Y. and Yutazaka, Y.: *Sapporo Medical J.*, **5**, 209~12 (1952).

13) Matsumoto, J. J. and Kanamitsu, T. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **21**, 284~8 (1955).

14) Okada, M. and Tada, S. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 224~34 (1954).

15) Mori, T. and Asakawa, S. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **12**, 62~72 (1943).

16) Suyama, M. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **15**, 507~14 (1948).

17) Sarkar, N. K. : *Enzymologia*, **14**, 237~45 (1950).

18) Mommaerts, W. F. H. M. : "Muscular Contraction", Interscience Publisher, New York (1950) p. 96.

19) Yokoyama, M., Terayama, Y. and Nagai, T. : *Kagaku*, **22**, 473 (1952).

20) Yagi, K., Sasaki, A. and Matsumiya, H. : *J. Jap. Biochem. Soc.*, **26**, 630~3 (1954).

21) Matsumoto, J. J. : Unpublished.

22) Migita, M., Matsumoto, J., Aoe, N. and Arai, T. : Read before the Meeting of the Jap. Soc. Sci. Fish. on Oct. 2, 1954.

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Vol. 23, No. 4, 1957 215

浜名湖における貝毒化の原因について
第 1 報　貝の人工的毒化の試み*

右田正男・神名孝一
（東海区水産研究所）

On the Source of Shell-Fish Poison at the Lake HAMANA
I. Attempts at Experimentally Rendering Shell-Fish Toxic

Masao MIGITA and Kōichi KANNA

Regarding causes of yearly appearance of poisonous shell-fish at the Lake Hamana, an assumption proposed by NOGUCHI is that some harmful substances formed at the bottom layer of the central area of the lake in summer might rise to the surface by convection of water in autumn and flow down to the mouth of the lake to be incidentally taken by shell-fish.

This assumption can succesfully explain the reason why appearance of poisonous shell-fish is restricted to the areas along the water-routes (cf. Fig. 1), as well as to winter and early spring.

Another fact which likely supports the assumption is this. In summer water exchange by vertical mixing at the central area of the lake is so small that oxygen becomes deficient already at a depth of 6 m. and absent below 8 m.

If the assumption is correct, (1) It might be possible to render experimentally shell fish poisonous by transplanting them to the central part of the lake, and (2) There may exist any coincidence between the result of the transplantation in autumn and appearance of toxic shell-fish at the southern area in the following season.

It is also important to know whether the shell-fish can take in poison from the surrounding water.

Results

1. Oyster transplanted at the lake center in autumn 1951 was found poisonous when recovered, while another group of the shell-fish kept for the same period in another part (station F in Fig. 1) of the lake was not. From January to March 1952 high toxicity was detected in shell-fish sampled at the mouth of the lake (Table 1). Out of four experiments two cases showed the paralellism between the result of the transplantation and the subsequent occurrence of the poisonous shell fish as expected.

Toxicity of shell-fish in the mouth of the lake seems, however, to depend largly on hydrographical conditions of this area which in turn seem to be determined by the width of Imakiri Channel (Fig. 1 Station A). It must be born in mind, therefore, that if one fails to detect the toxic shell fish in winter, transplantation experiments carried out in the previous autumn may not always provide a reliable criterion to the assumption.

2. In order to know whether the toxic substance is adsorbed on the bottom mud of the central area, short-neck clam was kept in a pot containing the mud for about two weeks, but they did not become poisonous (Table 2). No definite conclusion, however, can be drawn from this experiment because no toxicity was detected in the southern part in the following poison season.

3. Short-neck clam was kept in sea water containing shell-fish poison (Venerupin), the poison added into sea water was neither detected in the liver of the shell fish, nor could be recovered from the water (Table 3). Decomposition of the poison by bacteria cannot explain the phenomenon,

---

1957 年 6 月 10 日受理
東海区水産研究所業績B第~~226~~号
262

since no poison could as well be recovered, even immediately after being added, from sea water. It seems that the poison may undergo such a change as to lose the activity during isolation from sea water.

緒　　言

浜名湖には昭和 17 年以来，年によつて消長はあるが，殆ど毎年カキ，アサリの毒化がみられている。毒は専ら貝の肝臓中に見出され，毒貝の発生する時期は 12 月から大体 3 月迄，場所（Fig. 1 参照）は湖口部のミオ筋に沿つた新場，八兵衛瀬，碇瀬に限られるという特徴がある。

この毒の由来については，不良な環境におかれた貝の生理的乃至病理的生産物であるのか，海水中から吸収蓄積された外来物質であるのかも未だはつきりしていない。野口は浜名湖の特異な地勢及び海況と貝毒発生条件の特徴とを考えあわせ，湖央部（Fig. 1 G）が毒源地ではないかという説を出した1)。即ち夏期，水の停滞期に湖央部の下層で生産蓄積された「毒物」が，10，11 月の水の循環期に入り上下層の水の混合が初まると上昇し，秋より冬にかけて徐々にミオに沿つて南下し来り，貝に吸収蓄積されるのではないかと推察した。

この説に対し平野2) は浜名湖分場で観測された水温，塩素量の資料に基き浜名湖の水の循環置換量を推定し，「1951 年に比べ 1952 年には湖央部の夏期成層状態が悪く，8 月に相当の循環置換が起つている。それにもかゝわらず 1953 年初めの貝毒発生量が 1952 年のそれに比べて大なることはうなずけない」として，野口の湖央部毒源説に反対している。しかし貝毒の発生量は決して前年の夏期の成層状態の良否のみできまるものでないことは，浜名湖の湖口部の変化の烈しい地形から考えて，当然予期しうるところであり，またそう解釈すべき事実も多い。例えば湖口部における貝毒の消長と今切口（Fig. 1 A）の幅の変化との間には関係があるように思われる（Table 1 第 7 及び 8 欄参照

また平野は浜名湖の水の循環をあまり平均的に考えすぎているが，実際にはもう少し細く取扱う必要があるのではないか，例えば 1952 年の 8 月はたしかに成層状態が悪かつたが，7 月，9 月には 1951 年に劣らぬ酸素欠乏状態を底部は示している。従つて平野の反論だけで湖央部毒源説を否定することはできない。

われわれは野口の説をなお検討に値するものと信じ，その当否を判断しうるような実験的裏付けを得たいと考えた。

湖央部毒源説には 2 つの大きな仮定が含まれている。

（1）　貝毒又はその母体が成層期に湖央部で生産され，循環期に湖口部に流入する。

（2）　カキ，アサリは海水中からその貝毒又は母体を吸収し，肝臓に貝毒を蓄積する。

仮定（1）が真ならば貝を湖央部に垂下飼育することにより湖口部には全く貝毒の見られない夏，秋の候にこれを毒化しうる可能性もあり，また湖央部における垂下試験の結果と翌年初めの湖口部における貝毒の出現との間には正の相関関係があつてもいゝ筈である。

なお水底の浮泥は吸着性に富んでおり，一方アサリ毒は吸着されやすい性質をもつている。従つてもし湖央部の底部で「毒物」が生成されるならば，底土は多量の毒物を吸着している可能性が大きい。この点を明かにするために底土エキスの毒性を直接しらべたり，また底土を用いてアサリを飼育しこれを毒化しうるか否かをしらべることが考えられる。

仮定（2）は湖央部毒源説の立場から，貝の肝に毒の蓄積される機作に一つの説明を与えるものであるが，松江3) によると毒物はその種類により，また貝の種類によつても貝の肝に蓄積されるものと　され難いものとがある。従つて海水中に加えられたアサリ毒が果して貝に吸収蓄積されるか否かを確めることは，湖央部毒源説の性格をはつきりとさせるために必要である。

このような考に基いて次のような実験を行つた。

Ⅰ．湖央部におけるカキの垂下飼育

現地の野口，角皆両氏の協力をえて 1951 年から 4 年続けて行つた。

Ⅱ．湖央部底土の毒性検定

アサリ毒の直接検出及び底土を用いたアサリの飼育試験

但しアサリ毒を底土中に直接検出することは，エキス中に多量の塩分が入り来り，動物試験にさしつかえ

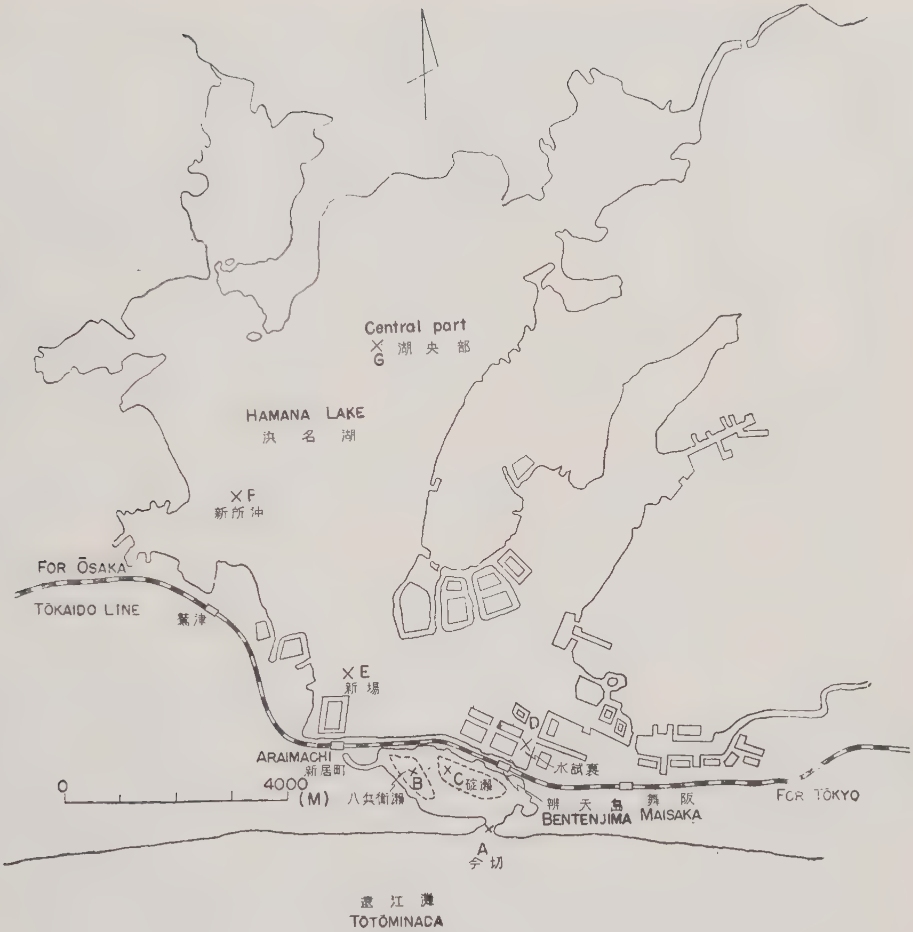

Central part
×G 湖央部
HAMANA LAKE
浜名湖
×F
新所沖
FOR ŌSAKA
TŌKAIDO LINE
鷲津
×E
新場
ARAIMACHI
新居町
0
4000
(M)
八兵衛瀬
×B
×C 碇瀬
×D 水試裏
辨天島
BENTENJIMA
舞阪
MAISAKA
FOR TŌKYO
×A
今切
遠江灘
TOTŌMINADA

Fig. 1. Hamana Lake.

A-Imakiri. B-Hachibeise*. C-Ikarise*. D-The back of Shizuoka Fisheries Experimental Station. E-Shinba*. F-Off the coast Shinjo. G-Central part of the lake.
*…The areas where poisonous shell-fish has been found.

のない程度までこれを除こうとすると毒の著しい損失が伴うため不可能であつた。毒の直接証明の代りに底土エキスを添加した海水を用いて飼育試験を行うことも考えられるが，アサリ毒又はエキス中の毒物が海水中から貝に吸収蓄積されるか否かゞ先決問題である。

Ⅱ. アサリ毒を添加した海水中におけるアサリの飼育

実　　験

〔Ⅰ〕 湖央部におけるカキの垂下飼育試験

実験方法　浜名湖分場に依頼し，カキを金網籠に入れ，湖央部の底土上又はその近くの深さに吊し，7～20日間飼育し，常法[4] により肝臓中のアサリ毒をしらべた。なお同時に湖央部以外のミオ筋に沿つた場所（新所沖，新場等）及び水試裏で同様な飼育を行つたものを対照とした。

試験時期　湖口部の養殖地帯の貝には未だ毒が認められず，湖央部では底部で生じた有機物の分解生産物が上昇しようとする秋期をえらんだ。夏期は垂下中カキの死亡が特に多いので適当でない。

垂下水深　大部分の実験ではカキを入れた籠を湖央部の底土の上に置いたが，飼育中の死亡率が大きく

充分な期間――従来無毒の貝を毒化地帯に移植し，これを毒化させるには 15～20 日を必要とされている――飼育できないことが多いので，1954 年には水面下 6，8，10 m の各層に垂下飼育した。

Table 1. Experimental production of poisonous oyster by culturing it at the central part of the lake

Year	Date From	To	Period of culture (Days)	Culturing depth (m.)	Formation and potency of poison in the liver M. U.*	Mortality of the shell-fish (Killed/Initial)	Occurrence of toxic shell-fish in the next year ; Max. toxicity M. U.*	Width ofn the chanriel at Imaki (m.)
1951	10/23	11/12	20	11	+，2≪4	8/30	+，20	120 (1951)
1952	7/28	8/6	9	(On the bottom)	−，<2	20/24	+，100	100 (1952)
	9/22	10/15	23	〃	−，<2	24/30		
1953	10/23	10/30	7	〃	−，<2	9/30	+，4	750 (Dec., 1953)
	10/30	11/30	10	〃	−，<2	15/30		
	11/10	11/30	20	〃	−，<2	12/30		
1954	10/14	11/1	18	6	−，<1	5/60	−，<1	550～600 (Cct., 1954)
				10	−，<1	5/60		
	11/1	11/18	17	8	−，<1	14/63		
				10	−，<1	7/69		

* Number of mice killed by poison contained in 1 g. of liver.

結果及び考察　Table 1 に示すように 1951 年から 54 年まで毎年飼育を試みたが，毒化が明かに認められたのは 51 年のみであつた。検出された毒はマウスの中毒症状，肝の病変等からアサリ毒であることは間違いなく，同時に新所沖水深 5 m に垂下したものは，カキの死亡率 10 %，毒化は認められなかつた。かつ 1952 年の初めには強い毒が湖口部の貝に認められている。

このように唯一回であるが，湖央部での垂下飼育によつてカキを確実に毒化しえたことは湖央部毒源説と切り離しても興味のあることで，このような事実を更に確めるために今後くりかえし実験する価値があろう。

しかし垂下試験の結果が，湖央部毒源説の裏付けとして役立つか否かは，人工的に貝を毒化しえたか否かではなく，湖央部における垂下試験の結果と，その翌年はじめの湖口部における貝毒発生の有無とが一致するか否かである。Table 1（第 5 及び第 7 欄）によると両者が一致しているのは，51 年と 54 年，一致していないのは 52 年と 53 年の実験である。但しこゝに注意すべきは，55年には湖口部に貝毒が検出されていないことである。前にものべたように湖口部の貝養殖地帯で検出される貝毒の量の多少は湖口部における潮流の状況によるところが多いように思われる（例えば Table 1 第 7 及び 8 欄参照)。従つて冬期湖口部に貝毒の検出されなかつたということは，事実どこにも毒はなかつたということか，またはどこかで毒は出来たのだが，海況の変化のため，養殖地帯には検出しうるほど流れてこなかつたというにすぎぬのか断定し難い。今切口のかなり拡かつた 55 年の初めは特にそうである。

即ち 54 年の垂下試験において貝の人工毒化のみられなかつたことと、55 年初め湖口部に貝毒の検出されなかつたことの間に正の相関ありと強く断定することはできない。また 52 年の試験では，垂下飼育中の貝の死亡率（Table 1 第 6 欄）が極めて大きいから，その結果は力強い正当な証拠とはなりえない。そこで54年と 52 年の試験を省いても結果は 1：1 となり，決定は今後繰返す予定である実験にまたねばならない。

〔II〕 湖央部底土を用いたアサリ飼育試験

54 年 9 月 1 日（湖央部の水はなお成層期にある）及び 11 月 8 日（循環期にある）採集日乾した湖央部の底土 500 g をガラス水槽に入れ，隅田川の汽水 5 l を加え，空気を吹込みつゝ実験室内でアサリを飼育した。

結果は Table 2 に示すように，いずれも ＜1 MU で毒化は認められなかつた。但し翌 55 年の初め及び早春湖口部に貝毒が検出されていない。従つて前述の理由によりこの結果から湖央部毒源説を論議することはあまり意味がない。かつアサリを毒化させるのに 500 g の底土で充分か否かも吟味の必要があろう。

Table 2. Culture of short neck clam in a basin containing the bottom mud from the central part of the lake

Date of sampling	Period of culture (Days)	Vol. of sea water (*l*.)	Dried mud from the center of the lake (g.)	Water temp. (°C.)	pH	Cl ‰	Mortality of the shell-fish (Killed/Initial)	Venerupin found in liver (M.U./g.)
9. 1, 1954	12 (11. 10～11. 22, '54)	5	500	12～16	7. 2～7. 8	17. 61	2/24	＜1

〔Ⅲ〕 アサリ毒を加えた海水中におけるアサリの飼育試験

実験方法　アサリ毒を加えた海水を入れた水槽中で，次のような条件の下に一定期間アサリを飼育し，肝をとり，常法によつて処理し，生物試験を行つた。

（１） 水槽中の海水は毎日数回攪拌するだけで，期間中とりかえない。(使用海水 10 *l*，全アサリ毒200MU)

（２） アサリ毒を加えた海水を毎日新しいものとかえる。

（A） 海水 4 *l*,　　毒量 40 MU
（B） 同　　上　　　 20 MU

（３） 海水の量を少くし，毒の濃度を高くする。(使用海水 1 *l*，全毒量 200 MU)

海水はとりかえず，その代りたえず空気を吹込む。使用海水の量を少くしたのは次のような理由によるものである。

（i） アサリを飼育する際には多量の海水を用いるよりも，殻が八分目浸る程度の量がよいとされている*。

（ii） 海水中の毒の濃度を高めることによつて貝えの吸収を促しうるかも知れない。

（iii） 飼育終了後海水中に残つている毒を定量する際都合がいゝ。

その他の実験条件は Table 3 参照。

結果及び考察　結果は Table 3 に示すように何れも否定的であつた。1 cc 中 0.01 MU のアサリ毒をふくむ 4 *l* の海水を毎日新たにした場合（実験２Ａ）でも　同じであるから飼育期間中にアサリ毒が分解するためではない。飼育期間も実験３では充分とつてあり，途中で死んだ貝もなく最後まで貝は特に不適な棲息条件にあつたとも思えない。

Table 3. Culture of short-neck clam in sea water containing "Venerupin"

No.	Period of culture (Days)	Vol. of sea water (*l*.)	Venerupin added (M. U.)	Venerupin in sea water (M.U./cc,)	Water temp. (°C.)	Mortality of the shell-fish (Killed/Initial)	Venerupin found in liver (M. U./g.)	Remarks
1	7 (5. 24～5. 31, '54)	10	200	0. 02	16～21	0/40	＜1	Sea water was not renewed.
2 A	10 (7. 5～7. 15, '54)	4	40	0. 01	21～25	14/60	＜1	Sea water was renewed every day.
2 B		4	20	0. 005		6/60	＜1	
3	20 (1. 21～2. 10, '55)	1	100	0. 1	7～12	0/25	＜1*	Sea water was aerated but not renewed.

* Poison could be found neither in the filtrate nor in the residue from filtration of sea water.

即ちアサリは少なくともそのまゝの形で海水中にとけているアサリ毒を吸収蓄積しないと結論せざるをえない。そこで若し湖央部毒源説を尚支持するとすれば，湖央部で出来るものはアサリ毒そのものではなく，アサリ毒の母体であつて，そのものがアサリに吸収され肝臓中でアサリ毒に変ずるものと考えるか，またはアサリやカキに吸収蓄積されるアサリ毒は，海水中に溶けているものではなく，貝の餌料となる微生物中に存在するかまたは吸着されているものと考えなければならない。これに関し興味のあるのは，カリフォルニアのイガイ (*Mytilus californianus*) のマヒ性毒の由来について 1937 年 Sommer5) 等は，貝の餌料中に多量見出される *Gonyaulax catenella* がその主な源であろうと主張したが，事実 1947 年に Riegel, Somm-

---

* 東海区水産研究所猪野俊，内海区水産研究所古川厚の両氏の教示による。

ER 等6) によつて *Gonyaulax catenella* を多量にふくむプランクトンから 1.65 MU/γ という現在知られている最強のマヒ性毒がとり出されたことである。

そこで微粒子に吸着させて径口的にアサリ毒を摂取させようと考え，卵黄・墨汁* 等にアサリ毒を加えたものを，アサリの水管近くに入れるようにしてみたが，充分量の微粒子を摂取させることはできなかつた。

〔IV〕 海水中よりアサリ毒の回収

実験Ⅲにみられるように　海水中に加えたアサリ毒がアサリによつて吸収されないとすると，毒はそのまま海水中に残つているか，試験期間中に分解してしまつたか，或は一部分解し一部残つている筈である。そこで実験Ⅲの (3) 終了後，水槽中の海水を濾し，海水及び残渣中のアサリ毒の定量を試みた。

予備実験—Mg の除去

海水中からアサリ毒を回収し，その毒力を検定する際には，毒性のつよい Mg（マウスに対する致死量 Mg として 2.4 mg）を除かねばならない。炭酸塩として Mg を除く方法は，同時にアサリ毒を沈澱と共に除去してしまうから用いられない。そこで Amberlite IR-120 による Mg の除去，及びアサリ毒の回収率を繰返ししらべ次のような結果をえた。

i) 10 cc の IR-120 で海水 100 cc 中の Mg (0.13 g) が完全に除かれる。

ii) IR-120 処理によりアサリ毒は 6 割失われる。この損失はきわめて大きいが，幸この損失率は用いた IR-120 の量（10〜50 cc）及びはじめ海水中に加えたアサリ毒の量（20 及び 40 MU）に関せず一定であるから，実験の精度の悪いことを忍べば使えないことはない。海水を IR-120 に通すと，液は酸性（pH1.2）となり，これがアサリ毒の損失に多少関係があるのではないかという心配もある。 IR-120 に予め食塩溶液を通した後海水を通すと，液は微酸性（pH 4.8）に止まる。しかしこの食塩処理によつてもアサリ毒の回収率は改善されぬのみか，Mg の吸着がわるくなるようである。

海水及び残渣の処理

（a） 濾過海水 200 cc を減圧濃縮し大体の塩類を除去後 Amberlite IR-120 で Mg を除き，苛性カリで pH 6.2 となし濃縮，メタノールで抽出，メタノールを溜去し，シラップを蒸溜水にて 2 cc とする。

（b） 海水の濾過残渣 1.5 g をメタノールで抽出，メタノールを除き，エーテル処理後シラップを蒸溜水で 2 cc とした。何れも滅菌後生物試験を行つた。

結果及び考察　Table 3 の 3 に示すように，加えたアサリ毒はアサリに吸収蓄積もされず，海水の濾過残渣に吸着されてもおらず，また海水中に残つている模様もない。

海水中に毒の認められないのは Amberlite IR-120 処理のみのためではない。何故ならば調製注射液 1 cc は供試海水 100 cc に相当するから，もし加えた毒が全部海水中に残つているなら 10 MU のアサリ毒をふくんでおり，Amberlite IR-120 処理による毒の損失をさしひいても，なお 4 MU の毒が検出されねばならぬからである。従つて加えたアサリ毒は飼育期間中に変質してしまつたのかも知れないし，また海水中から抽出するさいに失われたのかも知れない。

そこで蒸溜水，稀薄海水（1/10 容の海水をふくむ水），人工海水（pH 8.2），隅田川の汽水（pH 8.1 Cl = 15.48‰）にアサリ毒 10 MU を加え直ちに上記の処理方法（蒸溜水及び稀薄海水の場合は Amberlite IR-120 処理を行わず）に従つてアサリ毒の回収を行つたところ，蒸溜水及び稀薄海水の場合は加えた全毒が回収されたが人工海水，汽水の場合には全く回収されなかつた。(Amberlite 1R-120 処理はしてあるが少くとも注射液中 4 MU/cc の毒は存在する筈である)。

従つて上記の実験において，飼育試験後，たとえアサリ毒が海水中に残つていても海水から分離する間に失われることは疑ない。蒸溜水及び稀薄海水の場合は毒の損失がないところから，海水から毒を濃縮していく間に，多量析出する無機塩に吸着されてか，あるいは何等からの変化をうけて失われるものと考えざるをえない。

摘　　要

浜名湖にほゞ年々見られる貝毒化の原因について，湖央部の底部で夏期有機物の嫌気的分解が行われ，そ

---

* 内海区水産研究所古川厚氏の教示による。

の生産物が，秋の循環期に表層に出てミオに入り，冬期湖口部に来り，そこの養殖地帯のアサリ，カキの肝に吸収蓄積されるのではないかという説がある。この説を裏付ける実験的事実をえたいと考え，次のような方法によつて人工的に貝を毒化しうるか否かを試みた。

Ⅰ. 秋期湖央部の底部におけるカキの垂下飼育

Ⅱ. 湖央部の底土を用いるアサリの飼育

Ⅲ. アサリ毒を加えた海水中におけるアサリの飼育

結果

1. 1951年から1954年に亘り毎年行つた垂下飼育では1951年に人工的毒化がみられた。秋期湖央部における垂下飼育の結果と，翌年初めの湖口部における貝毒の発生と，一致した場合としない場合の比率は 1:1 であつた。
2. アサリは海水中に加えたアサリ毒を吸収蓄積しない。
3. 海水中に加えられたアサリ毒を回収することはできない。

終りにこの研究に種々御協力を頂いた静岡県水産試験場浜名湖分場野口博場長，角皆英明技師その他場員の方々及び実験を手伝つて下さつた小渕真澄，押見とめの諸氏に深甚なる謝意を表す。なお本研究費の一部は文部省科学研究費によつたものである。

文献

1) 野口博，角皆英明：静岡県水産試験場業績報告　昭和25，26年度 309 (1953).
2) 平野敏行：本誌，**20**，783～792 (1955).
3) 松江吉行：アサリ及びカキ中毒の研究（文部省科学研究費課題，昭和25年度報告書）53，(1950).
4) 秋葉朝一郎：日新医，**36**，5 (1949).
5) Sommer, H. *et al.*: *Arch. Path.*, **24**, 237—559 (1937).
6) Riegel, B. *et al.*: *T. Biol. Chem.*, **177**, 7～11 (1949).

ねり製品の足に対する澱粉の補強効果—II*

アミロース及びアミロペクチンの影響

岡田　稔・山崎　惇子
（東海区水産研究所）

日本水産学会誌
第二十三巻　第七・八号　別刷
昭和三十二年十一月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 23, Nos. 7 & 8, November 1957

ねり製品の足に対する澱粉の補強効果－II*

アミロース及びアミロペクチンの影響

岡田　稔・山崎　惇子
（東海区水産研究所）

Enhancing Effect of Starch on Jelly Strength of Fish Meat Jelly－II.

Effect of Amylose and Amylopectin

Minoru OKADA and Atsuko YAMAZAKI

In the first paper of this series, it was shown that gelatinization of starch was necessary to enhance jelly strength of fish meat jelly (Kamaboko), and that starch added in Kamaboko, though gelatinized, chiefly existed in the jelly as granules and partly dispersed into meat as amylose.

In the present paper, amylose and amylopectin, the two components of starch, were isolated by an improved SCHOCH's method and their enhancing effect were examined.

Amylose, the unbranched polymer of glucose, enhanced jelly strength of Kamaboko, but its ability was weak compaired with equivalent amount of starch (1g. amylose ≡ 5 g. starch) (Fig. 1).

When amylopectin, the branched component of starch with high molecular weight, was added to meat paste, the paste became more sticky. But Kamaboko prepared from it did not form elastic jelly but brittle one and had less water-holding power (Fig. 2～4). It seemed that amylopectin had no enhancing but rather inhibitive effect on formation of elastic jelly.

The similar effect was shown by starches which were readily dispersable in cold water such as those pregelatinized with alkali, mechanically injured with ball-mill (Fig. 10), or a mixture of amylose and amylopectin with the same proportion as original starch (Fig. 8). In contrast with inhibitive effect of amylopectin, waxy starch, which has a very high amylopectin content (almost 100%), reinforced jelly strength (Fig. 4). Waxy starch did not disperse in cold water and was observed to exist in a granular state in the jelly (Fig. 7).

From these results, it has been deduced that reinforcing ability of starch for jelly strength of Kamaboko is accounted for chiefly by the fact that starch exists as granules in the jelly and partly by action of amylose.

前報[1]においてねり製品の足に対する澱粉の補強効果は澱粉を糊化することによつて現れることを明かにした。そのさい澱粉は複屈折性の消失その他から明かに糊化していると判断されるにも拘らずカマボコ中では生澱粉粒とほぼ同じ大きさの粒として肉中に埋没していること，沃度で青色にそまるアミロースと思われるものが肉中に溶出してくることを観察した。

普通の澱粉は葡萄糖が直鎖状に重合しているアミロース（沃度反応青色，温水に溶け易く冷えると沈澱する）と枝分れして重合しているアミロペクチン（沃度反応赤紫色，熱水に膨潤してゲルになる）の２成分から出来ている。澱粉を水中で加熱するとまず澱粉粒が膨潤してアミロースが溶出し，さらに加熱が進めば膨潤澱粉粒が破れてアミロペクチンも分散するようになり所謂糊が出来る。

従来澱粉の補強効果については糊になつた澱粉が肉蛋白をはりあわせるため足の補強をすると考えられてきた。この観点よりすれば予め澱粉より取出したアミロース，アミロペクチンを加えてやれば糊化の進んだ

1957 年8月 31 日受理

* 東海区水産研究所業績　B－第 271 号

状態になるため，普通に澱粉を加えるより強い補強効果を示すことが予想されるが果してどうか。また次の様な疑問もある。普通澱粉を加えた場合カマボコ中に澱粉粒と溶出アミロースとが観察された1) が補強効果を示すのは肉中に溶出してきているアミロースによるものであろうか。また粒として埋没している澱粉粒はどのような仂きをしているのか。さらに澱粉の枝分れ成分であるアミロペクチンの効果はどのようであろうか。これらのことを明かにするため澱粉よりアミロース，アミロペクチンを分離しおのおのの補強効果を検討してみた。

実　　　験

1．アミロース及びアミロペクチンの調製

澱粉より Schoch 法の改良法2) によつてアミロース及びアミロペクチンを調製した。即ち澱粉をアルカリで糊化させこれに n-ブタノールを添加，中和後2時間沸騰させ徐冷するとアミロース，ブタノール複合体を沈澱する。この沈澱を集め，ブタノール飽和水で洗つてアミロース試料とした。アミロースは乾燥すると熱水に不溶となるが，稀アルカリには溶けるのでこれを酸で中和すれば水に溶解させることが出来る。しかし本実験で使用するような濃厚溶液（約 30 %）では中和後短時間で老化して水は勿論熱水にも不溶となつてすり身中に分散させることが出来なくなる。このためアミロースをブタノール飽和水中に貯蔵し使用前これを吸引濾過して得られる湿潤物を水に懸濁させて肉中に混和することとした。

アミロース，ブタノール複合体を除いた母液を濃縮し5倍量のエタノールを加えればアミロペクチンが沈澱する。沈澱を乾燥してアミロペクチン試料とした。アミロペクチンは乾燥しても熱水にとけて糊状になるので，糊状にしてからすり身に加えた

2．実験方法

澱粉は普通アミロース 20 %，アミロペクチン 80 %の組成をもつている。このため普通の澱粉の補強効果とそれに含まれている当量のアミロース，アミロペクチンの補強効果とを比較した。例えば5g の澱粉は1g のアミロース又は4g のアミロペクチンと当量と考えるわけである。クロカワカジキとキハダの精肉とを1：1の割合で混合したものに3%の食塩を加えてすり身をつくりこれに澱粉試料を加えた。アミロース，アミロペクチンを加える場合には水に分散して加えるため対照の普通澱粉にもこれに相当する量の水* を加え，澱粉試料以外のすり身の組成を同じにした。前報1) 同様すり身をケーシングにつめて 80°C の湯に 45 分浸漬して加熱を行い，一晩放冷後測定を行つた。補強効果は官能的に検すると共に三宅式ゲロメーターによる物理的測定を行い，また圧搾水分曲線を求めたこと，顕微鏡観察を行つたことは前報1) と同様である。

実　験　結　果

澱粉には馬鈴薯，小麦の2種類を用いたが同様の結果が得られたので馬鈴薯澱粉の結果について述べる。

1．アミロースの補強効果

澱粉の直鎖成分であるアミロースの補強効果を当量の澱粉（アミロース1g ≡ 澱粉5g）のそれと比較した (Fig. 1)。その結果アミロースを入れることにより製品の足が強くなることが官能的にはつきり認められ，アミロースが足に対する補強効果をもつことが判る。しかしアミロースを混和した場合には弾力にとみ歯切がよい等対照の普通澱粉とくらべると食味にはつきりした差がみられ補強効果が質的にちがつていると思われる。また物理的測定結果からすると無添加物とのゼリー強度（J. S）の差（補強効果の目安）は当量の澱粉のそれよりも小さい。圧搾水分曲線でも対照の澱粉の場合では無添加試料とくらべて水が出にくくなることがはつきりと認められるのに対し，アミロースの場合には無添加のものと殆んど同じである (Fig. 2)。これらのことからアミロースはカマボコに対する補強効果をもつが普通澱粉とくらべその補強様式がかなり異り補強効果もやや弱いと判断される。なお顕微鏡で観察するとアミロースは小粒（1〜10 ）となつて肉中に分散していることが観察されたが (Fig. 3)，この粒子はヨード染色等により2次的に生成されたものではなく，実験に用いたアミロース試料そのものが調製法の関係でかなり聚合しているためである。

---

* アミロースを用いた実験では対照試料には水の一部にブタノール飽和水を加えた。

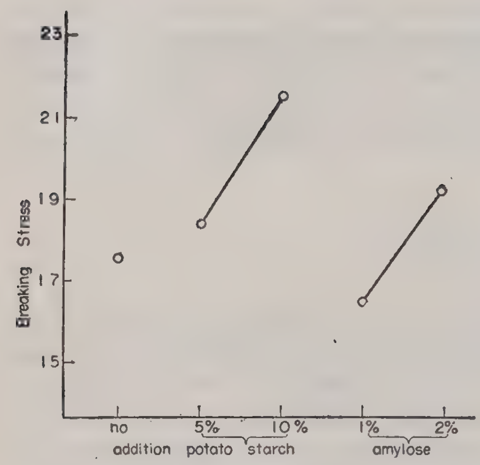


Fig. 1. Enhancing effect of amylose on jelly strength of Kamaboko.
アミロースの補強効果

2. アミロペクチンの補強効果

澱粉の枝分れ成分であるアミロペクチンを当量の澱粉（アミロペクチン 4g ＝澱粉 5g）と補強効果を比較した（Fig. 4)。普通澱粉を加えたものは添加量の増加につれてゼリー強度，硬さをまし，水が出にくくなる等補強効果が物理的測定でも官能的にもはつきり認められるのに対し，アミロペクチンをすり身に加えると非常に粘稠性をますがこれを加熱した試料は対照の無添加のものよりも足がなく切口のきめは荒く（Fig. 5)，押すと容易にくずれて脆く，また水が出やすい (Fig. 2) 等カマボコにならず，ツミレに近い。無添加のものでも一応足の弱いカマボコになることからすればアミロペクチンは足の補強をするどころか，かえつて足の形成を阻害すると判断される。なお Fig. 4 で 4％アミロペクチンの J.S が対照の澱粉にくらべて高く出ているが，これは現在用いている測定器がカマボコの性質を充分に表現しえないためカマボコにならなくても固くしまつた試料では J.S の値が高く出るためである。

モチ澱粉はアミロースを含まずアミロペクチンのみから出来ているが，参考のためモチ米澱粉の補強効果を調べた（Fig. 4)。澱粉より分離したアミロペクチンは足の阻害作用を示すのに対してモチ米澱粉は J.S は高くはないが一応の補強効果を示し，柔い弾力のあるカマボコをつくる。また圧搾水分曲線も分離アミロペクチンは無添加のものよりも却つて高くなる（水と一緒にアミロペクチンが圧出されるためか）のに対しモチ米澱粉では低くなり水が出にくくなる点 (Fig. 2)，澱粉が補強効果をしめす場合の挙動と一致する。なお

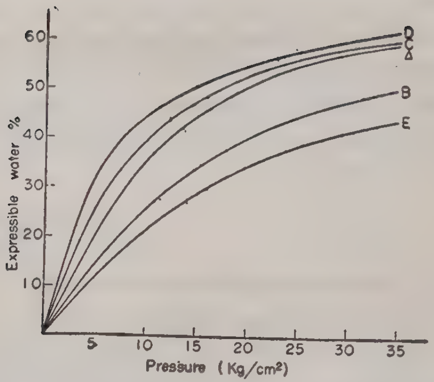


Fig. 2. Expressible water curves of Kamaboko containing different starch samples.
圧搾水，分曲線
A : no addition　無添加
B : 10% potato starch　澱粉
C : 2% amylose　アミロース
D : 8% amylopectin　アミロペクチン
E : 8% waxy rice starch　モチ米澱粉

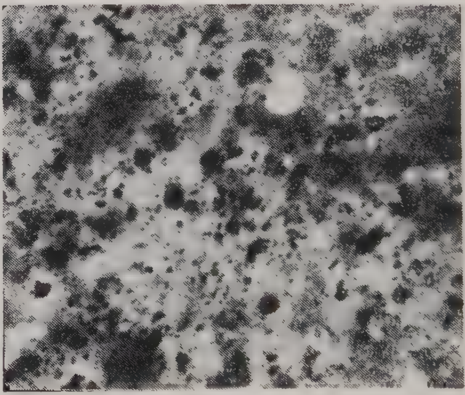


Fig. 3. Amylose sample added in Kamaboko (×670)
カマボコ中の添加アミロース

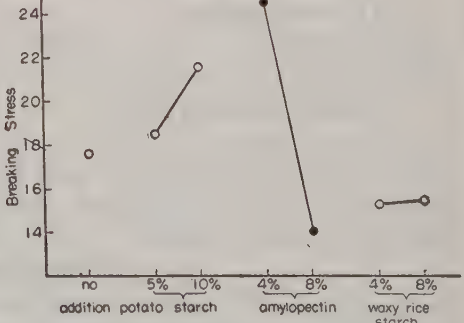


Fig. 4. Enhancing effect of amylopectin and waxy rice starch
アミロペクチン及びモチ米澱粉の補強効果
○ : Elastic jelly　カマボコ（補強作用）
● : Brittle jelly　ツミレ（阻害作用）
Same symbols were used in Fig. 8 and 10

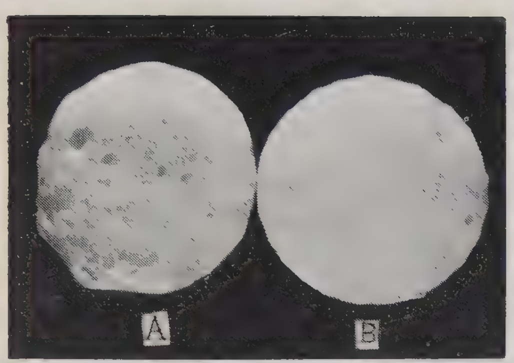


Fig. 5. Interior of Kamaboko made with addition of amylopectine (A) or starch (B).
アミロペクチン(A)，澱粉 (B) 混和カマボコの切口

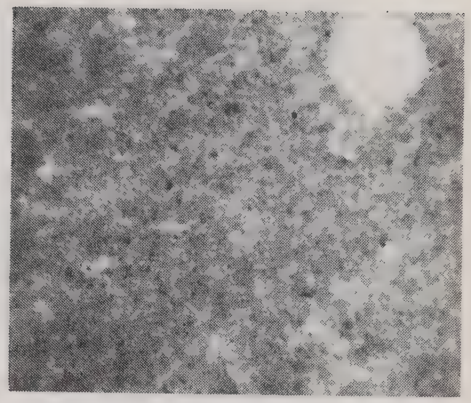


Fig. 6. Amylopectin sample added in Kamaboko. (×670)
カマボコ中の混和アミロペクチン

顕微鏡観察すると分離アミロペクチンは肉中に均一に分散しているが (Fig.6)，モチ米澱粉は粒（約 7 μ）として肉中に埋没している (Fig.7)。

3. アミロース，アミロペクチン混合物の補強効果

アミロースとアミロペクチンをもとの澱粉と同じ割合即ち 1 : 4 に混合したものと，これと同量の澱粉の補強効果を比較した。アミロース，アミロペクチン混合物はアミロペクチン単独の場合と全く同様ですり身の粘度を著しくますが加熱したものは脆く，押せば水がしみ出して容易に砕け，補強効果は全くなく足の形成を阻害する作用をしめす (Fig.8)。

4. 粒構造を壊した澱粉の補強効果

以上の実験で澱粉より分離したアミロペクチンやアミロース，アミロペクチン混合物が足の補強効果をもたず逆に阻害作用をしめし，一方澱粉粒のまま肉中に混和されるモチ米澱粉，普通澱粉は補強効果を示すことをみたが，この点をさらに確かめるため次のようにして澱粉粒を破壊した澱粉を作りその補強効果を調べた。

A : アルカリ糊化澱粉　澱粉を水に懸濁しこれに苛性ソーダを加えて攪拌しながら加熱，充分糊化させ粒構造を破壊する。塩酸で中和後直ちにすり身に混和する。

B : 破砕澱粉 澱粉をボールミルを使つて破砕する。乾燥時には澱粉粒が若干見られるが水をまぜると粘稠な糊を作り，顕微鏡で観察すると粒が膨潤し，あたかも糊化初期の澱粉粒と同じ外観を示し普通澱粉のようなしつかりした粒構造をもたない (Fig.9)。

これ等粒構造を破壊した澱粉をすり身に混和すると

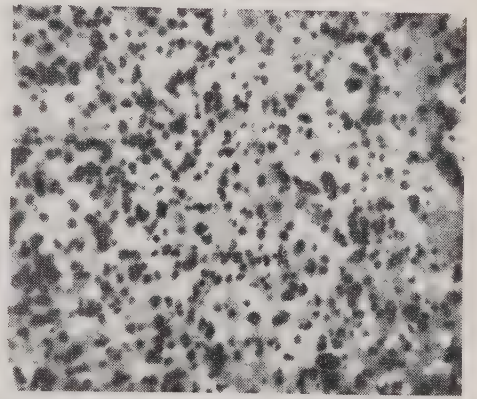


Fig. 7. Waxy rice starch in Kamaboko. (×670)
カマボコ中のモチ米澱粉

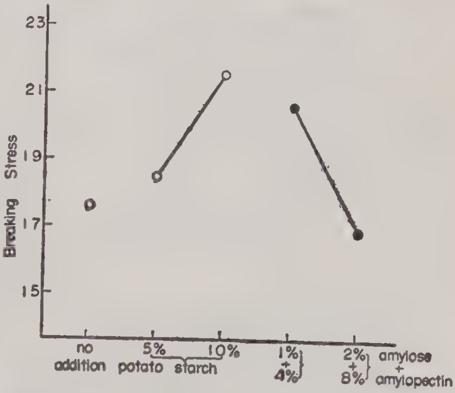


Fig. 8. Enhancing effect of amylose-amylopectin mixture.
アミロース，アミロペクチン混和物の補強効果**

** Fig. 8 及び 10 中で黒丸で示した試料に無添加のものより J.S の高いものがあるが，ツミレ型の試料のため補強効果はないが測定器の関係で J.S が高く出たものである。

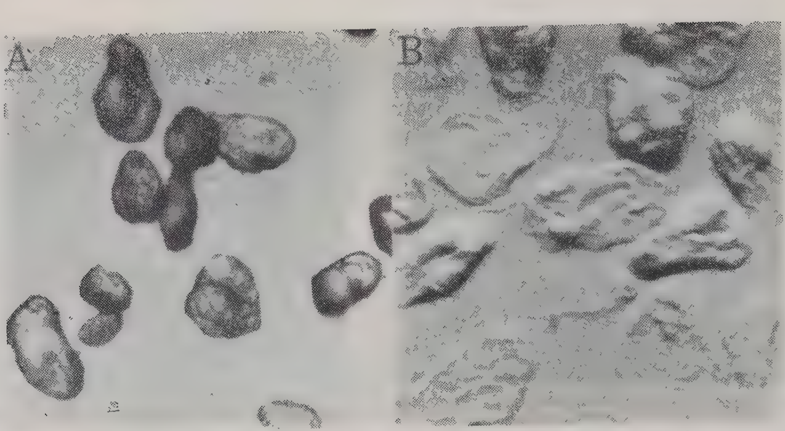


Fig. 9. Mechanically injured starch with ball-mill. (×167)
ボールミル破砕澱粉
A : in air　乾燥状態
B : in cold water　冷水中

すり身は著しく粘稠になるが，加熱したものはカマボコとしての足は全くなく押すと容易にくずれ水が出やすい等アミロペクチン又はアミロース，アミロペクチン混合物で見られたと同様の阻害作用を示す（Fig. 10)。

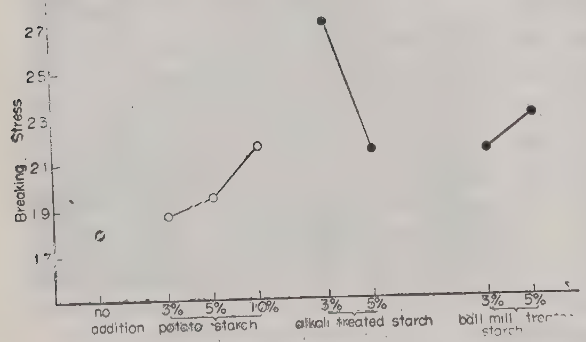


Fig. 10. Enhancing effect of starch readily dispersable in cold water.
粒構造を壊した澱粉の補強効果**

考　察

1. アミロースの補強効果

実験の結果から澱粉の直鎖成分であるアミロースがカマボコの足に対して補強効果をもつていることが判る。この結果からすると顕微鏡観察で認められた肉中に溶出しているアミロースが澱粉の補強効果に与つていることが考えられる。しかし当量の澱粉とくらべるとJ.Sは低く，圧搾水分曲線からみて水が出やすい等の差があり，またアミロース混和試料は歯切がよく食味がすぐれている点その補強効果が澱粉のそれと質的にかなりちがつているものと判断される。

この実験では澱粉から分離沈澱させたアミロースをブタノール飽和水中に貯蔵していたものを用い，これを溶解してからすり身に加えることが困難であつたため 1～10 μ のアミロース聚合体としてすり身に混和した。澱粉を混和したカマボコ中ではアミロースがヨード染色した場合 1～3 μ 以下の小粒子として検出されるので，一応分離アミロースのカマボコ中の状態は澱粉を用いた場合のそれとよく似ている。しかし溶解しているアミロースでもヨードを加えるとヨード複合体をつくつて聚合沈澱しやすい性質があるのでカマボコ中でみられるアミロース小粒子は２次的に形成された可能性が大である。このため分離アミロースを加えた本実験が澱粉添加のさいのアミロースの状態を再現しているかにはかなりの疑問がある。

この点からすれば本実験でみられたアミロースの補強効果からアミロースがどの程度まで澱粉の補強効果に与つているかを推測することは難かしいが，アミロースを全くもたないモチ米澱粉でもカマボコの足に対して補強効果をしめすこと（実験２）からすれば，澱粉が補強効果を現すのにアミロースが不可欠なものであるとは考えられない。

2. アミロペクチンの補強効果

澱粉の枝分れ成分であるアミロペクチンを混和するとすり身は非常に粘稠になる。アミロペクチン溶液がかなりの粘性をもつているからであろう。しかしこの粘稠なすり身を加熱した場合アミロペクチンは足の補強効果を現さず逆に足を低下させる。アミロース，アミロペクチン混合物，また粒構造を破壊した澱粉が同

様に足の形成を妨げるのもこれら澱粉試料では水に分散しうる形の多量のアミロペクチンを含んでいるためと考えられる。

澱粉を加えたカマボコを多数顕微鏡で観察したがアミロースは肉中に溶出してくるが，アミロペクチンが溶出してくることは認めることは出来なかつた。多分アミロペクチンは肉中に埋没している澱粉粒中に残つているのであろう。本実験結果からするとアミロペクチンが肉中に分散することが足の形成を阻害する原因ではないかと考えられる。アミロースは足を補強する効果をもつているのに対しアミロペクチンは逆に阻害作用をするのはなぜであろうか。アミロースは葡萄糖が直鎖状に重合したもので分子量数万という割合に小さなものであるのに対しアミロペクチンは分子量数十万乃至数百万の巨大分子で多数に枝分れした葡萄糖鎖をもつている。非常に素朴な考え方であるが，アミロペクチンのもつ大きな，立体的な拡がつた形はカマボコの足の本質と考えられる蛋白分子の網状構造を形成するのを幾何学的に邪魔をし，このため阻害作用をするのではなかろうか。これに対しアミロースは直鎖状の割合に小さな分子であることから蛋白分子と反応して網状構造を作るのに橋渡しをするように仂き補強効果を現すと考えることも出来よう。しかしこの考えは非常に単純であり実験的根拠もない。またアミロースが網状構造に役立つているとしてもヨード染色したカマボコ切片中で小粒として検出されることからすれば蛋白とアミロースの結合はそれほど強いものとも考えられずどの程度橋渡しの効果があるか疑わしい。このように見ると澱粉の補強効果のすべてをアミロペクチンは勿論補強効果の認められたアミロースでも説明出来そうもない。

3.　澱粉の粒構造の必要性

澱粉を水中で加熱して糊にする場合糊化温度以上になると澱粉粒が膨潤し，アミロースが粒外に出てくる。さらに加熱がつづけば粒が破れてアミロペクチンも溶出してくるようになり，所謂糊が出来る。従来澱粉がカマボコの足に対して補強効果をしめすのは糊になつた澱粉が蛋白をはりあわせるためであるとされてきた。澱粉の粒構造をこわしたアルカリ処理澱粉，ボールミル処理澱粉，またアミロース，アミロペクチン混合物は，すり身に加える前から程度の進んだ糊となつており，顕微鏡観察でも肉中によく分散している。したがつて澱粉の肉蛋白をはりあわせる作用は澱粉をそのまま加えた場合よりも強くなり補強効果も大きくなることが予想される。しかし実験結果はこの予想と全く反し，澱粉をそのまま加えれば足を強く補強するが，粒構造を破壊した澱粉やアミロース，アミロペクチン混合物は逆に足を低下させる。また澱粉粒をつくつているアミロペクチン（モチ米澱粉）は足の補強作用をもつが，澱粉から分離したアミロペクチンは足を阻害する。これらのことからすれば澱粉糊が肉蛋白をはりあわせるために足の補強を行うのではなく，澱粉粒として肉中に埋没していることで補強効果を現すと考えられる。なぜ澱粉が粒として存在すれば補強効果を現すのであろうか。澱粉が糊化するにあたつて肉中の水を澱粉粒中にひきこんで固定しカマボコの水の状態（水の結合の強弱）を著しく変えることは圧搾水分曲線から（糊化した場合には水が圧し出され難くなる）明かである。肉中に澱粉分子が分散している場合でも水を分子のまわりにひきよせ水の状態もかわるであろうが，圧縮した場合には澱粉溶液として圧し出されてしまう程度であるから澱粉粒として入つている場合の水の状態とは大分ちがつている。このように粒として存在していればカマボコ中の水の状態を大きくかえることが出来，このことが補強効果と強い関係があるのではあるまいか。また澱粉ゲルの場合には澱粉粒の機械的強度が大きい場合にゲル強度が強く，粒を破壊したときはゲルとして固らなくなることが知られている。[3] カマボコの場合にも澱粉粒の強度がその補強効果に大きな影響をもつことが考えられ，粒として肉中に存在するときにのみ補強効果をしめすのではないかとも想像出来る。これらの点については今後研究をすすめてゆくつもりである。

以上のことから澱粉がカマボコの足の補強効果をしめすのは従来考えられてきたように澱粉糊が肉蛋白をはりあわせるためではなく，澱粉が澱粉粒として肉中に埋没していることがその大きな要因であると考えられよう。また肉中に溶出してくるアミロースも補強効果に一部与つているものと考えられる。

本研究を行うにあたりいろいろと御指導戴いた石田正男先生，また御討議戴いた食糧研究所横沢一二，鈴木繁男，田村太郎の諸氏に心から御礼申し上げる。

要　　　　約

澱粉よりその構成分であるアミロース及びアミロペクチンを分離しおのおののカマボコの足に対する補強

効果をみた。

直鎖成分であるアミロースはカマボコの足に対して補強効果をしめすが，澱粉と補強の様相をことにする。枝分れ成分であるアミロペクチンは足の形成を妨げカマボコの足を低下させる。しかしアミロペクチンのみから構成されるモチ米澱粉は足を補強する効果をもつ。

すり身に均一に分散し糊としては進んだ状態になるアミロース，アミロペクチン混合物，及びアルカリ糊化，ボールミル粉砕で粒構造を破壊した澱粉はアミロペクチン同様足の形成を妨げカマボコの足を低下させる。

カマボコに混和された澱粉が澱粉粒として肉中に埋没しているときに補強効果がみられ，粒として存在することが補強効果を現すのに極めて重要なことを明かにした。

文　献

1) 岡田・山崎：本誌 **22**, 588 (1957)
2) 二国：標準生化学実験 P. 235　文光堂 (1953)
3) J. Hofstee & A. H. De. Willigen : G. W. Scott Blair; "Foodstuff" 1～34 (1953) North-Holand Pub.

放射能汚染魚に関する研究—V.
1956年度汚染魚に就ての放射化学分析（その1）

戸沢晴己・徳江洋子・天野慶之
（東海区水産研究所）

Studies on the Radioactivity in Certain Pelagic Fish—V. Confirmation and Determination of Radioactive Elements in Contaminated Fishes Caught in 1956 (Part 1)

Harumi TOZAWA, Yoko TOKUE and Keishi AMANO

It has been already published that radioactive elements such as an Zn^{65}, Fe^{59}, Fe^{55} were contained in some organs and tissues of fishes contaminated by the test of nuclear explosion at Bikini Atoll in 1954[1,2].

The present paper deals with radiochemical analysis that was carried out for the confirmation and determination of radioactive elements contained in the liver of a yellow-fin tuna and in the muscle of a big-eyed tuna caught at the station near 10°N, 157°30′E by the research vessel, "Shunkotsu-Maru", on her second expedition to the Bikini area in June 1956.

The cathionic resin method previously reported were applied to separate the radioactive elements contained in the yellow-fin tuna, and the radioactivity was found mainly in the fraction eluted with 0.5% oxalic acid or 5% ammonium-citrate. In the latter, the elements were effluented at pH 4.1 and 4.6 (Fig. 1). Then, the radioactive fractions were treated with an anionic resin (Dowex 1) and the elements were separated again with the various concentrations of hydrochloric acid (Figs. 3, 4, 5). According to the measurements of decay and absorption curves of the radiations emitted from the elements, it has been confirmed that the elements are Fe^{55}, a mixture of Zn^{65} and Fe^{55}, and Cd^{113m}. The last element, Cd^{113m}, it is assumed from the results, is the same that was found in the liver of the skipjack caught in 1954 and reported as unidentified element on the previous occassion. But Fe^{59} detected from the skipjack was not contained in the present samples.

It is calculated on the basis of our experimental conditions that radioactivties of Fe^{55} and Zn^{65} in 100g of the liver of the yellow-fin tuna were about 0.1 μc and 0.004 μc respectively, but the activity of Fe^{55} in the muscle of the big-eyed tuna coincided with 0.004 μc per 100 g of the tissue.

緒　　言

著者等はすでに 1954 年ビキニ環礁に於ける核爆発実験によつて惹起された汚染魚について一連の研究を行い，1954 年 6 月俊鶻丸がビキニ附近で漁獲したカツオの筋肉及肝臓から Zn^{65}，Fe^{55}，Fe^{59} を分離，確認した1),2)。昨 1956 年のビキニ，エニウエトックに於ける核爆発実験に際し，再び俊鶻丸が派遣されたが，その際漁獲されたカツオの放射性元素についてはすでは佐伯氏等3),4) の研究がある。著者等も時を同じくして他魚種について放射化学分析を行い、含有核種の決定を行うとともに主な放射性元素のキューリー量を測定し、二・三の知見を得たので以下に報告する。

1957 年 8 月 1 日受理
東海区水産研究所業績 B 第 263 号

実験及び実験結果

今回供試した汚染魚は 1956 年 6 月 15 日に，北緯 10°10′，東径 157°06′ で獲されキハダ（♂）と，6 月 14 日に北緯 12°00′，東径 157°19′ で漁獲されたメバチ（♀）の二尾である。キハダは体長 122.0 cm，サメ喰いのため体重不明，船上でのサーベイ値は魚体中央で 0 cpm，エラ部で 18.0 cpm，内臓部で 28.3 cpm。組織 1 g を乾燥したときの計測値は肝臓 30.1 cpm，筋肉 0.9 cpm であつた。

メバチはサーベイが中央部 8.9 cpm，エラ部 3.9 cpm，内臓部 30.7 cpm。乾燥組織の計測値は肝臓 12.4 cpm，筋肉 3.4 cpm であつた。

1. 陽イオン交換樹脂による放射性元素の分離

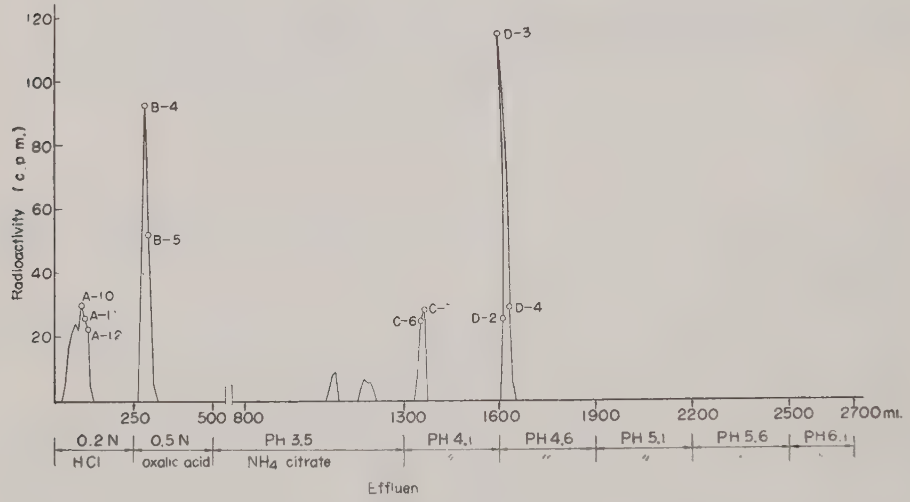


Fig. 1. Separation of radioactive elements contained in the liver of a yellow-fin tuna by complexing elution from Dowex 50 resin.
Date of separation : Oct. 15—25, 1956.

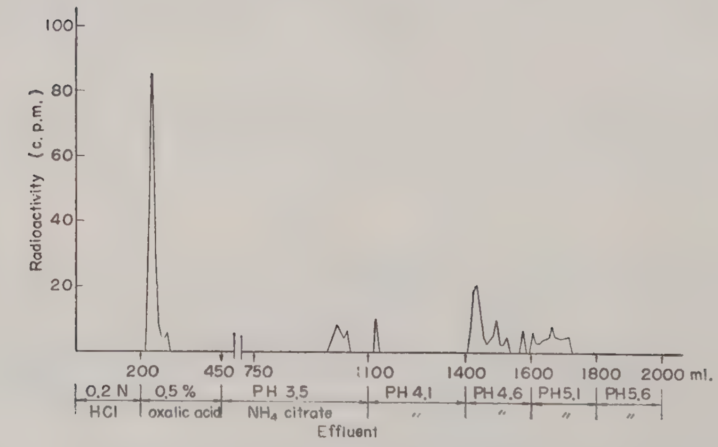


Fig. 2. Separation of radioactive elements contained in the pyrolic coeca of a yellow-fin tuna by complexing elution from Doewex 50 resin.
Date of separation : Nov. 7—15, 1956.

分離操作はさきに著者等が用いた方法1),2) に準拠した。但し今回使用の樹脂は Dowex 50 (x-8) 100～200 メッシュのものである。試料はキハダの肝臓灰分 1.4 g 及びユウ門垂灰分 1.2 g（いづれも生組織 100 g 相当）である。分離結果を **第 1 図** 及 **第 2 図** に示す。両試料とも放射性元素の主な溶離位置は大体類似して居り，0.5％シウ酸，pH 4.1 及 pH 4.6 のクエン酸アンモン溶離部にそれぞれピークがある。たゞ肝臓のみ 0.2 NHCl 溶離部に放射能が認められた。よつて肝臓の各溶離部分について更に分析を試みた．

2. 0.5％シウ酸部分元素の分析—Fe^{55} の確認

0.5％シウ酸溶離部分試料のうち B-4，B-5（第 1 図参照）を 1954 年度試料の出析2) と同様に処理し，Dowex 1（100～200 メッシュ）15 cc に吸着，各種濃度の HCl で溶離して，**第 3 図**の如き溶離曲線を得た。この二つの溶離位置（0.5％シウ酸及び 0.6 M HCl）からして，この元素は明らかに放射性鉄であると認められる（第 4 報参照)。しかしこの元素は第 4 報の場合とは異り，1956 年 11 月 5 日から 1957 年 1 月 20 日まで 77 日間殆んど減衰せず、又シンチレーションカウンターによつて験したところガンマ線の放出が認められなかつた。従つてこの部分の放射能は Fe^{55} のみによるもので，第 4 報の供試魚（1954 年漁獲の汚染カツオ）に存在した Fe^{59} は含まれていないことを知つた。

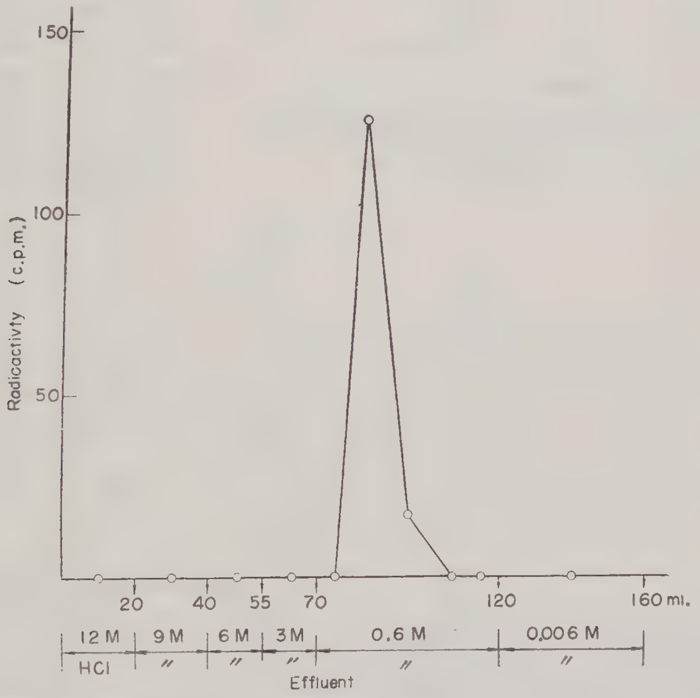


Fig. 3. Separation of the radioactive element of liver in the 0.5% oxalic acid fraction by further elution from Dowex 1 resin.

3. pH 4.1 クエン酸アンモン部分元素の分析—Zn^{65} の確認

第 1 図の C-6，C-7 に相当する試料を灰化し，これを 6 M HCl 5 cc に溶かして **2** 項と同様な処理で陰イオン交換分離を行つた。結果は**第 4 図**の如く 0.6 M と 0.006 M の HCl 部分に放射能を認めた。0.6 M 部分は上に述べた如く Fe^{55} であるが，0.006 M 部分はこの溶離位置5) と吸収曲線1) とから Zn^{65} であることを確認した。

4. pH 4.6 クエン酸アンモン部分元素の分析—Cd^{113m} の確認

第 1 図の D-2，D-3，D-4 に相当する部分を合して灰化し，この一部をとつて担体を用いる分属法6) によつて験したところ全ての放射能は第 2 属に移ることが分つた。次にこの灰分を 6 M HCl 10 cc に溶かし，

Dewex 1 柱 (15 cc) に吸着させ，**2**，**3** 頃の如くに溶離した。結果は**第 5 図**の如く殆んど大部分は 0.0006 M の部分ではじめて溶離した。このような低濃度の HCl でなければ溶離しない元素は Hg, Cd 以外にはないと考えられる[7]。この溶離部分元素は 1956 年 10 月 20 日より 1957 年 1 月 20 日までの 62 日間殆んど減衰しなかつた。又アルミ箔による吸収曲線は**第 6 図**の如くとなり，これから半価層（d）を求めれば　$d=19\ \mathrm{mg/cm^2}$

これを $\mu=\frac{0.693}{d}=0.017E^{-1.43}$ なる近似式に導入して $E=0.58\ MeV$ を得た。

以上の諸結果からみて該元素は Cd^{113m} なることを確認した。

尚第 4 報に於て 1954 年の俊鶻丸調査で得られたカツオの肝臓中に，陽イオン交換の際 pH 4.1 クエン酸アンモン部分に溶離する未知元素が存在することを述べたが，今回その試料につき再試験を行つて，この

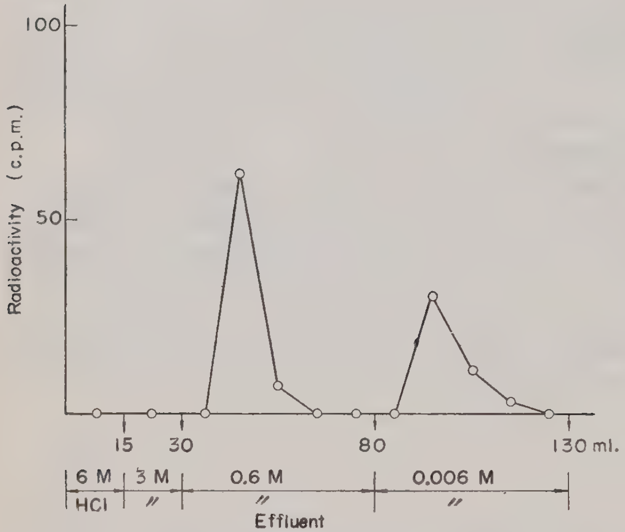


Fig. 4. Separation of the radioactive elements of liver in the ammonium citrate fraction at pH 4.1 by further elution from Dowex 1 resin.

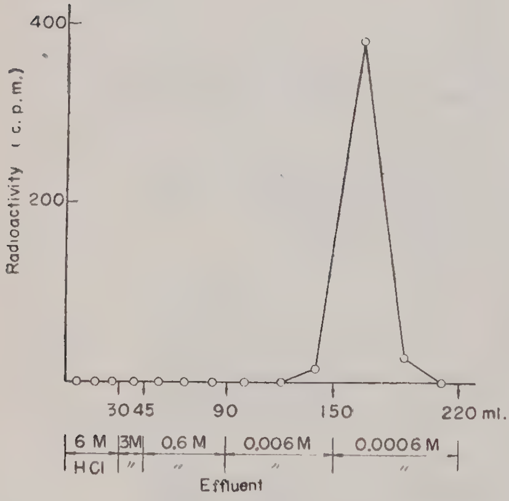


Fig. 5. Separation of the radioactive element of liver in the ammonium citrate fraction at pH 4.6 by further elution from Dowex 1 resin.

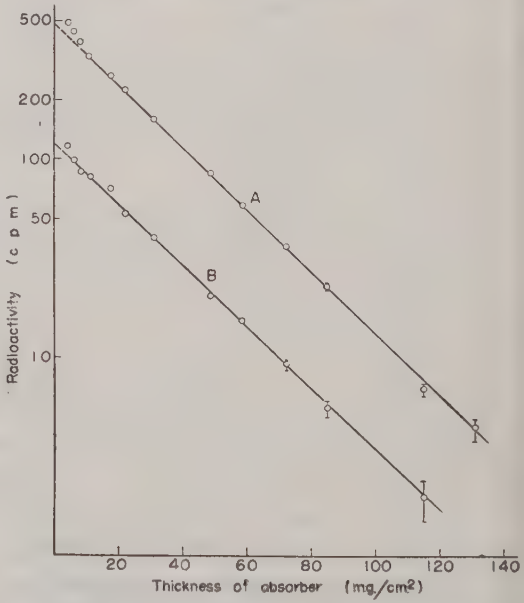


Fig. 6. Comparison between the absorption curve of an unidentified radioactive element of liver of a skipjack caught in 1954 and that of the element in the yellow-fin tuna liver eluted from ammonium citrate at pH 4.6.

A, Absorption curve of the element in the yello wfin tuna liver

B, Absorption curve of unidentified element

ものの吸収曲線も**第6図**に示す如く今回得られた Cd^{113m} の吸収曲線とよく一致し，又担体を用いる分属法によつても2属に移ることが明かとなつた。従つて 1954 年の汚染カツオに於ける未知元素とは，Cd^{113m} そのものか乃至少くとも Cd^{113m} を含むものであつたと考えられる。

5. 0.2 N HCl 溶離部分の再分析

0.2 N HCl 溶離部分試料（磁製計測皿中で蒸発乾固したもの）の中 A-10, -11, -12（第1図参照）を 0.1 N HCl に溶解，15 cc 容量の Dowex 50 柱に吸着，常法通りに溶離して**第7図**の如き溶離曲線を得た。このうち 0.5％シウ酸と pH 4.6 クエン酸アンモンの各溶離部分は，**2** 及び **3** 項に述べた如くにして陰イオン交換分離を行い，夫々 Fe^{55}, Cd^{113m} なることを確認した。尚 pH 4.1 クエン酸アンモン部分は微量のため確認出来なかつた。0.2 N HCl 部分にこのように陽イオンが溶離して来たことの理由は明かでないが，灰化の条件によつて灰分が難溶な状態となるときにこの現象が多いように思われる。

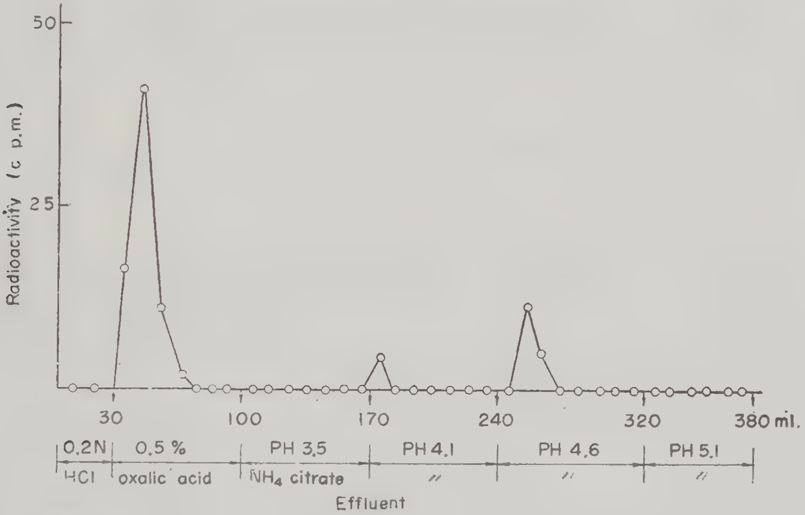


Fig. 7. Separation of the radioactive elements of liver in the 0.2 N hydrochloric acid fraction by elution twice from Dowex 50 resin.

6. キハダ肝臓中の Fe^{55} 及 Zn^{65} 定量

Fe^{55}, Zn^{65} はそれぞれ K・X 線を放出するため，通常の G-M カウンターではその計測値から直接キューリー量を算定するのが難しいので，既知量の Fe^{55}, Zn^{65} を計測用ステンレス皿（科研製）に薄く展開した状態としたものをスタンダードとして，これと比較してキハダ肝臓中の Fe^{55}, Zn^{65} のキューリー量を測定した。使用した端窓型 G-M カウンター（マイカ窓厚さ 2.5 mg/cm²）によるスタンダード Fe^{55}, Zn^{65} の cpm はそれぞれ次の如くである。

Fe^{55} (1 μc ± 10 %)	5,203 cpm
Zn^{65} (〃)	16,186

第1図の各溶離部分の Fe^{55}, Zn^{65} の全量をスタンダードと同一状態に調製し，吸収による誤差を補正したときの cpm 値，及びこれから換算したマイクロキューリー量は**第1表**の如くである。

1954 年漁獲の汚染カツオ肝臓の灰分 0.15 g 中に含まれる Zn^{65} 及 Fe^{55} は，こゝに述べた cpm-μc 換算を基として，ともに 0.5 μc 内外と推定せられるが註)，今回のキハダ肝臓に於ては第1表に示す如く Fe^{55} が Zn^{65} より圧倒的に多量である点に大きな差異がみられる。

註） 本誌 第 21 巻，第 12 号，1262 頁，第 1 図 参照。

Table 1. Total quantities of Fe^{55} and Zn^{65} contained in the liver of a yellowfin tuna.

	Elutriated fraction	c. p. m.	μc.
Fe^{55}	0.2 N HCl	182	0.1
	0.5 % Oxalic acid	261	
	Ammonium citrate (pH4.1)	95	
Zn^{65}	Ammonium citrate (pH4.1)	62	0.004

7. メバチ筋肉中の Fe^{55} 量

Fe^{55}, Zn^{65}, Cd^{113m} のうち人体にもつとも危険と考えられるものは Fe^{55} であつて，しかも今回の供試魚体中では含有量も比較的大（Cd^{113m} については不明）であるから，この元素を一種の critical material と考え，メバチ筋肉中の Fe^{55} のみを分離定量することを試みた。各元素を系統分離せず Fe^{55} のみを分離するには 2，3 項で述べた陰イオン交換分離法によるのがもつとも簡単，迅速であるからこの方法をとり，試料灰分を直接 6 M HCl に溶かし，20 cc 容量の Dowex 1 柱に吸着させ，直ちに 0.6 M HCl 50 cc を流して溶離液を蒸発乾固し測定した。

この結果メバチ筋肉 200 g 相当の灰分より Fe^{55} 0.008 μc を得た。

要　　　約

以上の結果を要約すれば次の如くである。

1)　1956年，俊鶻丸により漁獲されたキハダの肝臓及びユウ門垂に含まれる放射性元素を陽イオン交換分離法によつて分離し，肝臓の各溶離部分を再分析して Fe^{55}, Zn^{65} 及び Cd^{113m} の 3 核種の存在を確認した。

2)　肝臓に含まれる Fe^{55} のキューリー量は Zn^{65} に比して著しく大であり，且つ Fe^{59} の存在は認められない。この点 1954 年漁獲の汚染カツオ肝臓の場合と異つている。

3)　Cd^{113m} は 1954 年漁獲の汚染カツオ肝臓中にも存在していたと考えられる。

4)　メバチの筋肉中に含まれる Fe^{55} のキューリー量を陰イオン交換樹脂を用いる迅速測定法によつて定量した。

終りに本研究遂行に協力下さつた科学研究所岡野真治氏に謝意を表すると共に，この研究の一部は文務省科学研究費並びに厚生省研究費により実施されたことを附記する。

文　　　献

1)　山田金次郎・戸沢晴已・天野慶之・高瀬　明：本誌 **20** (10), 921 (1955).
2)　天野慶之・戸沢晴已・高瀬　明：本誌 **21** (12), 1261 (1956).
3)　佐伯誠道・白井和雄・大野　駿・森高次郎：本誌 **22** (10), 645 (1957).
4)　白井和雄・佐伯誠道・大野　駿：本誌 **22** (10), 651 (1957).
5)　KRAUS, K. A. and MOORE, G. E.: *J. Am. Chem. Soc.*, **7**, 1460 (1953).
6)　山田金次郎・戸沢晴已・天野慶之・高瀬　明：本誌 **20** (10), 916 (1955).
7)　本田雅健・垣花秀武・吉野諭吉：イオン交換樹脂 ― 基本操作と応用 ― 広川書店，東京，昭和 30 年，360 頁

水産物利用

UTILIZATION OF AQUATIC PRODUCTS

食品保蔵・加工

Food Preservation and Processing

油脂

Fats and Oils

ビタミン

Vitamins

タラバガニの冷凍

天野慶之・山田金次郎・尾藤方通・金子伊喜雄
（東海区水産研究所）　（日魯漁業株式会社）

Freezing and Cold Storage of the Pacific King Crab Meat

Keishi AMANO,* Kinjiro YAMADA,* Masamichi BITO*
and Ikio KANEKO**

Summary

While the king crab in the North Pacific area is an important material for canned food to be exported from Japan mainly to U.S.A., the demand of the frozen crab meat in America has been increasing year after year. To the end of improving the quality of the frozen meat, one of the junior authors had prepared samples for a preliminary investigation some years ago. When properties such as taste and tenderness of the trail products were examined a year later, it became clear that the tenderness of defrosted meat was much inferior to that of canned crab.

With that fact in mind, another but more detailed investigation was conducted in regard to samples prepared under different conditions to compare their qualities with each other. Paralleled with this examination, the effects of hydrophilic properities of meat on the tenderness were also investigated with help of various anionic electrolytes differing in the lyotropic series. The results obtained are as follows:

1) The tenderness of defrosted crab meat is somewhat affected by hydrophilic ability of the meat.
2) A remarkable decrease in the tenderness in defrosted meat was recognized after a long storage but not soon after freezing
3) There are no relations between the tenderness, the amount of drips and *p*H of meat.
4) Treatment of the meat with such salts as sodium chloride or citric acid before freezing was found capable of more or less improving the tenderness of the meat stored for a long period.
5) The tenderness is appearently decreased by boiling the meat under the steam pressure.
6) Within the range of defrosting temperatute tested, the tenderness is scarcely affected.

戦後米国は冷凍設備を有するトロール船をアラスカに出漁させ、主として冷凍カニ肉を生産し、1948年度におけるタラバガニ製品の生産高は冷凍カニ肉20万封度、カニ罐詰1万8千函に及び、冷凍カニ肉がカニ罐詰に対して占める割合は約50%に達した。戦前我国はカムサッカ半島及び工船漁業により30～40万函程度のタラバガニ罐詰を輸出し、カニ罐詰は輸出罐詰中に於て重要な品目を占めてゐたのであるが、戦後は減少しその生産高は昭和27年度で、ケガニ、ハナサキガニを含めて、僅か12万函、30年度20万函程度である。従つて外国における引合ひは多く、販路に対する市場は安定してゐるが、米国タラバガニ製品の約$^{1}/_{3}$が冷凍カニ肉であり、且つ米国における冷凍食品の高度の普及性を考慮すれば、カニ罐詰製造技術のみならず、冷凍カニ肉の製造技術についても早い機会に研究を行う必要があろう。アメリカにおけるタラバガニ冷凍品の製

東海区水産研究所業績 B第269号

* Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

** Nichiro Fisheries Company

法については、Dassow[1,2]の詳細な記述があり、それによると、原料、製法によつて製品の品質が著しく異ると云われている。昭和27年11月日魯漁業株式会社枝幸工場に於て試作した冷凍カニ肉製品の諸性質を著者等が調べた結果によると、冷凍カニ肉はその肉質(〃しなさ〃)* に於て、罐詰肉に劣り、輸出食品としての品質上更に一層の研究を行う必要があるものと思はれる。よつて著者等は昭和28年5月日魯漁業枝幸工場に赴き冷凍カニ肉製造方法について若干の検討を行つたのでその結果をこゝに報告すにこととする。

1 冷凍タラバガニ製品の諸性質について

i) 試料調製法: 実験に供した冷凍タラバガニは昭和27年11月日魯漁業枝幸工場に於て試作したものであり、その製造方法は次の如くである。脱甲したタラバガニを沸騰海水に投入し、再沸騰後18分煮熟し次に流動海水にて15分冷却した後に脱殻を行い、脱殻肉を3区に分け、1区は *pH* 4.6～4.8 の 0.025% のアスコルビン酸溶液に浸漬し(酸処理区)、1区は *pH* 8.4～8.6 の重炭酸ソーダ溶液に1分間浸漬し(アルカリ処理区) 1区は対照区とした。浸漬処理を行つた脱殻肉は水切り後、6オンス宛 デュポン製 セロファン包装材に詰めた後蠟引き函に入れ、−20～−30°C の温度で空気凍結を行い、−7～19°Cに約5ケ月間 貯蔵したものである。

ii) 一般分析: 上記の様にして凍結冷蔵した製品につき、下記の如く一般分析を行つた。

グリコーゲン——肉組織をアルカリにより液化後アルコールにてグリコーゲンを沈澱させ、このグリコーゲンを加水分解した後[3] Hagedorn-Jensen 法[4] によりグルコースを定量した。

還元糖——Hagedorn-Jensen 法[4] によつた。

乳酸——Friedemann *et al* 法[5] によつた。

SH 量——森法[6] に準拠し、光電比色計にて 測定した

アスコルビン酸 ——Fujita-Iwatake 法[7] によつた。

分析によつて得られた結果は第1表の如くである。この結果からグリコーゲンが区によつて可成り値を異にしていることが分る。この相違は恐らく処理方法によるものでなく、個体の相違による値の変動であらう。福原等[8] 及び我々[9] が同一漁獲のタラバガニ生肉について調べた結果でも個体によつてグリコーゲン含量は可成りの相異を示した。この事はタラバガニの大小及び脱皮による生理状態の違い、並びにタラバガニ刺網で投網より揚網までに可成りの日数を要し、羅網時間の長短によるカニの筋肉疲労の相異によるものと考えられる。乳酸量は処理区間に差が認められない。またその量は魚肉に比べ著しく少い。還元糖、SH は、乳酸と同様処理間の差はなく、この量は魚の場合と大差ない。

第1表 冷凍タラバガニ肉の一般分析 (*mg*%)

	対照区	酸処理区	アルカリ処理区
グリコーゲン(ブドー糖として)	339	667	956
還元糖(ブドー糖として)	113	827	114
乳酸	54.8	40.3	46.1
SH(システインとして)	62.9	58.1	60.5
アスコルビン酸	—	4.5	—

iii) 解凍結果: 冷凍カニ肉を 約 4×3×6 *cm* の大きさに切り、50*g* を秤量し、室温 (20°C) に3時間放置し、解凍を行い、ドリップ量並びにドリップの *pH*, 全窒素及び可溶性蛋白窒素を 測定すると共に解凍カニ肉の食品検査を行つた。その結果は第2表の如くである。この結果からドリップ量、*pH* その他に明瞭な差がないことが判る。食味検査の結果では、香味、色に於て冷凍カニ肉は罐詰カニ肉と大差はないが、〃しなさ〃は罐詰カニ肉に比べ明かに劣つていた。すなはち冷凍カニ肉の肉繊維はゴムの如く、手で引き伸しても罐詰肉よりも強く、歯で噛み切るのに或る程度の困難が感じられた。このことは冷凍により煮熟カニ肉蛋白が更に変性し、〃しなさ〃を増すことを示すものである。ところで、魚肉を冷凍貯蔵した場合には、[10,11,12] 他の塩蔵[13]、乾燥[14] の際に認められると 同様に、ミオシン系蛋白の抽出量が減少する。この事実について Bull[15] は、ミオシンのような 糸状蛋白分子が脱水されるときは蛋白分子が互に広い面で接し合うことができるので、分子間結合を起し、溶解し難くなると考えている。しかしながら、これは生の肉における現象であり、煮熟肉を冷凍した場合には又違つた変化をすることが予想される。なほカニ肉ばかりでなく獣肉、魚肉を凍結した場合何故 ドリップが生成されるかについては現在のところ不明であるも、Tarr[16] は筋

第2表 冷凍タラバガニ肉のドリップ

	対照区	酸処理区	アルカリ処理区
ドリップ量 (%)	19.4	16.4	14.9
pH	7.35	7.23	7.45
全窒素量 (%)	0.69	0.58	0.48
蛋白窒素量 (%)	0.06	0.05	0.06

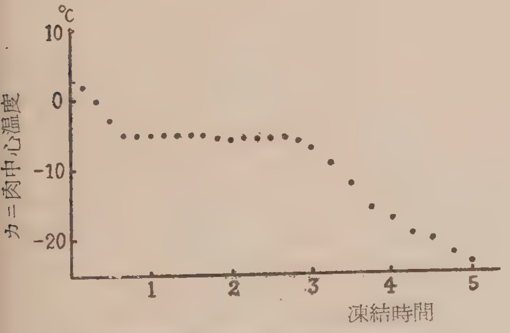
脚註 * 歯ざわりによる触感を云い、〃しなさ〃が強いカニ肉はあたかもゴム状の触感を与える。

肉の pH を調節することにより、又食塩を添加することによつて、冷凍肉のドリップ生成が可成り防止されることを報告し、この原因として、これら処理により筋肉蛋白の水を結合する力が强められたためであるとしている。

そこで我々は、生肉について認められた上記諸現象を考慮し、冷凍カニ肉の試験を行うに当つて、カニ肉の″しなさ″、ドリップ量の多少と肉蛋白の水和性の関係を明かにしつゝ冷凍タラバガニ肉の品質向上の方法を見出すよう実験を行つた。

II　冷凍カニ肉の凍結曲線並びに貯蔵中における變化について

i）冷凍カニ肉の凍結曲線：　試料に供したタラバガニは5月12日に揚陸した軟甲ガニで、20尾を使用した。脱甲したものの全重量は22.7*kg* であつた。原料20尾を約 600*l* の沸騰海水（含有塩分量 2.82%）に投入し、再沸騰後15分煮熟した。煮熟した殼付きカニ肉は流動海水（温度 8°C）に10分間冷却し、冷却後1時間放冷した。放冷後脱殼した脚肉より肩肉及び節肉を選び、水洗ひ水切りを行つた後、試料の均一を計るためにソボロとなし、その170*g* をセロファン包装材に詰め、蠟引き函（6.6×12.6×2.8*cm*）に入れ、−23～−25°C の凍結室で凍結を行い中心部にアルコール寒暖計を挿入し、カニ肉の凍結曲線を調べた。その結果は第I図の如くである。この図から判ることは、冷凍カニ肉の最大氷結晶生成帯は −4～−6°C の間にあり、上の条件においては、その通過時間は約2時間を要することである。一般に氷結晶が大きくなると肉組織を破壊し、肉質を変化させると云はれている故、冷凍カニ肉の最大氷結晶生成帯の通過時間を短縮することは冷凍カニ肉製品の作製上充分留意する必要がある。従つて急速凍結によつて冷凍カニ肉の品質に及ぼす影響を調べる必要があるが、この試験を施行した枝幸町附近には急速凍結装置を有する工場がないために実験を行うことが出来なかつた。



第1図　冷凍カニ肉の凍結曲線

ii）冷凍カニ肉の貯蔵中における変化：　アメリカにおける冷凍タラバガニの製法[1]に従つて製品を作り、この冷凍カニ肉の凍結貯蔵中における品質の変化を調べた。試料の調製は実験 i と全く同様で、煮熟冷却、脱殼後、肩肉及び節肉を選び、水洗ひ水切りを行つた後、試料をソボロとなし、その170*g* を秤量し、セロファン包装材に詰め、蠟引き函に入れ −24°C で空気凍結を行つた。凍結を行つたカニ肉は、冷蔵室に貯蔵し、一定日数毎にとり出し、解凍を行い、解凍肉の検査を行つた。なほ、製造工程における煮熟前、放冷後の脚肉の pH 変化は第3表の如くであり、煮熟に使用した海水の塩分量変化並びに肩肉ソボロの塩分量は第4表の如くであつた。さらに解凍肉の検査結果は第5表の如くであり、この結果から官能検査における香味、色の変化は貯蔵日数3ヶ月又は5ヶ月に至るも認められないが、肉の″しなさ″は僅かではあるが、5日目よりすでに認められ、さらに貯蔵期間が1ヶ月に及ぶと″しなさ″は幾分増加し、5ヶ月目に於ては可成りの程度の″しなさ″となることが判る。これは肉の″しなさ″が長期貯蔵中漸増することを意味し、直接的原因が貯蔵温度の高さによるものであるか、または貯蔵温度の変動によるものであるかは不明である。なほ肉の″しなさ″とドリップ量とを比較すると、こゝでは一応″しなさ″の増すにつれてドリップ量も増加する傾向が認められる。

第3表　肩肉の PH 変化

試料番号	煮熟前	放冷後
1	7.25	7.45
2	6.99	7.36
3	7.21	7.62
4	7.32	7.42
5	7.29	7.60

第4表　煮熟海水及び肩肉の塩分量

	NaCl (%)
煮熟前海水	2.82
煮熟後海水	2.36
肩肉	1.63

III　冷凍カニ肉に及ぼす中性塩の影響

冷凍カニ肉の″しなさ″が果して肉蛋白の変性による肉蛋白の水和力の低下が原因の一つではないかと考

第5表　冷凍カニ肉の貯蔵中における変化

貯蔵日数	貯蔵温度	解凍室温	ドリップ量（%）	pH		官能検査			
				ドリップ	解凍肉	肉の〃しなさ〃	味	色	香味
1日	−17°C	16°C	8.2	7.31	−	煮熟肉と殆んど変化がない	煮熟肉と比べ変化を認めず	変化を認めない	普通
2〃	−17	18	11.0	7.21	7.38	〃	〃	〃	〃
3〃	−18	18	11.0	7.20	7.40	〃	〃	〃	〃
5〃	−17	16	10.0	7.10	7.36	多少の〃しなさ〃を認める	〃	〃	〃
7〃	−21	20	10.6	7.25	7.56	〃	〃	〃	〃
10〃	−17	16	12.0	7.29	7.27	〃	〃	〃	〃
15〃	−19	16	10.6	7.18	7.46	〃	〃	〃	〃
1ヶ月	−18	19	17.0	−	−	〃しなさ〃多少増す	〃	〃	〃
2〃	−15.5〜−18	27	18.0	−	−	1ヶ月後と差がない	〃	〃	〃
3〃	−10	24	16.0	−	−	〃	〃	−	〃
5〃	−17.5	20	13.0	−	−	〃しなさ〃可成り増す	−	変化を認めない	〃

え、いくつかの条件下でカニ肉に及ぼす中性塩の影響を調べた。

i)　生カニ肉に及ぼす中性塩の影響:　5月13日に揚陸したケガニを脱甲後 0〜−2°C の冷蔵庫に1夜放置した操越原料を使用した。脱殻して得られた生肉 200g を1モル中性塩溶液に1時間及び3時間浸漬し、夫々A区及びB区とした。なほ使用した中性塩は KCNS, KI, KNO_3, KBr, NaCl, K_2SO_4 であつて対照としては蒸溜水を使用した。浸漬後水切りを行い、肉 200g をセロファン包装し、蠟引き函に入れ、−22°C で凍結を行い、冷蔵室に貯蔵し、7日後と7ヶ月後に解凍を行つて、冷凍カニ肉の性質を調べた。その結果、浸漬後における重量増加は第6表の如くであり、7日後の解凍結果は第7表の如くであつた。第6表のカニ肉の水分の増加に及ぼす中性塩の影響をみるに

$$CNS^- > I^- > NO_3^- > Br^- > Cl^- > SO_4^{--}$$

の順となる。この順列は蛋白質がコロイドを水和させる能力と一致している。[17,18,19] 従つて、第6表に認められるカニ肉の中性塩浸漬後の水分増加には中性塩によるカニ肉蛋白の水和が関係していると推定される。中性塩で処理した冷凍カニ肉を室温で解凍した結果（第7表）から KCNS 及び KI で処理したカニ肉で〃坐り〃* の現象が認められた。この際 KCNS で処理した肉はドリップ量が多く、坐つた肉はあたかも海綿状であり、一方 KI 処理肉は餅状を呈した。又 KNO_3 及 KBr においてカニ肉の形が崩れるのは興味ある現象と思はれる。なほドリップについては対照と KCNS 処理肉が多量であつたが、ドリップ量と中性塩の HOFMEISTER 順列との間には相関が認められな

第6表　中性塩溶液に浸漬した生肉の重量増加

試料区	中性塩	増加率*
A－1	対照	130
2	KCNS	138
3	KI	119
4	KNO_3	115
5	KBr	117
6	NaCl	107
7	K_2SO_4	108
B－1	対照	113
2	KCNS	154
3	KI	135
4	KNO_3	111
5	KBr	122
6	NaCl	113
7	K_2SO_4	106

* 浸漬前の肉重量に対する%

第7表　中性塩溶液に浸漬した生カニ肉の解凍結果（短期貯蔵）

試料区	中性塩	ドリップ量（%）	pH		官能検査	
			トリップ	解凍肉	〃坐り〃の有無	原形の崩壊**
A－1	対照	31.0	6.56	6.62	無	崩壊しない
2	KCNS	23.6	7.11	7.11	有	〃
3	KI	5.0	7.11	7.08	有	〃
4	KNO_3	−*	−	7.21	無	崩壊する
5	KBr	微量	7.00	7.05	〃	〃
6	NaCl	1.0	6.69	6.80	〃	崩壊しない
7	K_2SO_4	6.0	6.58	6.50	〃	〃
B－1	対照	25.8	6.62	6.79	〃	〃
2	KCNS	29.0	7.13	7.16	有	〃
3	KI	14.8	7.12	7.02	〃	〃
4	KNO_3	−*	−	6.92	無	崩壊する
5	KBr	4.6	7.11	7.02	〃	〃
6	NaCl	<2.0	7.04	6.96	〃	崩壊しない
7	K_2SO_4	7.4	6.62	6.60	〃	〃

* 解凍により原形が崩壊し測定不能
** 解凍前における冷凍カニ肉の原形

脚註 * 〃坐り〃とは生肉が弾力の強い一種のゼリー状態を示すことであつて、このような状態はカマボコの擂身を放置しておく際にしばしば認められる。

かつた。このことは生肉を中性塩処理した場合のカニ肉の水和（増量割合）とドリップ生成とは関係がないことを示すものであらう。

次に貯蔵7ヶ月後の結果は第8表の如くで、7日後の解凍結果と比べると、長期間の貯蔵では KCNS 及び KI 以外に KBr 処理においても″坐り″の現象が認められること、及びドリップ量において対照は殆んど変化がなかつたが、KCNS 処理肉は減少し、其他の中性塩処理肉は明かに増加した。

第8表　中性塩溶液に浸漬した生カニ肉の解凍結果(長期貯蔵)

試料区	中性塩	ドリップ量（%）	解凍肉の pH	官能検査	
				″坐り″の有無	原形の崩壊
A－1	対照	32.6	6.52	無	崩壊しない
2	KCNS	15.6	7.27	有	〃
3	KI	20.6	7.21	〃	〃
4	KNO_3	12.6	7.42	無	崩壊する
5	KBr	24.0	7.35	有	崩壊しはい
6	NaCl	11.0	7.29	無	〃
7	K_2SO_4	12.6	6.92	〃	〃
B－1	対照	27.2	6.72	〃	〃
2	KCNS	19.6	7.52	有	〃
3	KI	31.2	7.17	〃	〃
4	KNO_3	20.6	7.15	無	崩壊する
5	KBr	29.0	7.56	有	崩壊しない
6	NaCl	10.0	7.30	〃	〃
7	K_2SO_4	10.6	6.77	無	〃

ii）煮熟における中性塩の影響：　5月16日揚陸した堅甲ガニを使用した。脱殻して得た生肉 300*g* を1モル中性塩溶液中で10分間煮沸した後水切りを15分間行い、肉 200*g* をセロファンで包装し、蠟引き函に入れた後 −20°C 凍結を行い、冷蔵室に貯蔵し、7日及び7ヶ月後に解凍を行い冷凍カニ肉の性質を調べた。煮熟直後の肉重量の増加並びに肉の″しなさ″は第9表の如くである。表より煮熟後の肉重量が使用中性塩の種類によつて異ることが判る。則ち KCNS、KI, KNO_3 の順に煮熟後の肉重量が減少し、KBr は対照と等しく、NaCl, K_2SO_4 では逆に対照よりも低くなる。この事実は中性塩の種類による影響に HOFMEISTER 順序が認められるが、単に中性塩による水和だけで説明されるものでなく、塩の脱水作用も関係していることを示すものである。一方表から含水量が増すに従つて肉の″しなさ″が改善されることが判る。従つて肉の含水量の増減と″しなさ″との間には可成り密接な関係があると推定される。

第9表　中性塩溶液中で煮熟したカニ肉の変化

試料番号	中性塩	煮熟後の肉重量(%)*	肉の″しなさ″の順位
1	対照	78.7	3
2	KCNS	90.0	5
3	KI	89.3	5
4	KNO_3	82.0	4
5	KBr	77.7	3
6	NaCl	70.7	2
7	K_2SO_4	63.3	1

* 煮熟前の肉重量に対する%

** 最も肉の″しなさ″の強いもの（品質として悪いもの）を1とする

中性塩にて煮熟処理した冷凍カニ肉を室温で解凍した結果は第10表の如くである。この結果においては、短期貯蔵では肉の″しなさ″の順位が凍結前の″しなさ″と一致することが判る。従つて、凍結前の含水量の変化が解凍肉の″しなさ″に影響するものと考えられる。しかしこの傾向は長期貯蔵になると不明確となつてくる。一方ドリップ量は貯蔵期間が増すと一般に増大するも、ドリップ量の増減と含水量の変化との間には規則性が認められない。

第10表　中性塩溶液中で煮熟したカニ肉の解凍結果

	試料番号	中性塩	ドリップ量（%）	pH		肉の″しなさ″の順位
				ドリップ	解凍肉	
短期貯蔵（7日）	1	対照	6.8	7.24	7.28	3
	2	KCNS	5.6	7.25	7.15	6
	3	KI	6.6	7.25	7.25	6
	4	KNO_3	5.0	7.19	7.21	5
	5	KBr	5.0	7.25	7.20	4
	6	NaCl	2.0	7.25	7.14	2
	7	K_2SO_4	なし	−	7.30	1
長期貯蔵（7ケ月）	1	対照	14.6	−	7.26	2
	2	KCNS	10.0	−	7.28	4
	3	KI	12.4	−	7.21	4
	4	KNO_3	10.6	−	7.23	3
	5	KBr	13.2	−	7.23	1
	6	NaCl	6.6	−	7.26	4
	7	K_2SO_4	2.4	−	7.27	4

iii）浸漬における中性塩の影響：　実験 ii に於て使用したタラバガニを試料とした。脱殻して得られた生肉 2.5*kg* に蒸溜水 2.5*l* を加え、10分間煮沸し、水切りを15分間行い、肉 200 *g* を1モル中性塩溶液 200*cc* に1時間浸漬した。この煮熟肉 200*g* を −18°C で凍結し、冷蔵室に貯蔵し、7日後に解凍を行い、冷凍カニ肉の性質を調べた。結果は第11表及び第12表の如くである。第12表は短期貯蔵（7日）の結果である。煮熟肉を中性塩溶液に1時間浸漬した場合にも、カニ肉蛋白は或る程度中性塩の影響を受け、肉の″しなさ″及び煮熟前後の重量が変ることが判る。浸漬直後のカニ肉の″しなさ″の順位は明瞭でないが、解凍後に於ては明瞭となり、しかもその順位は実験 ii におけると同様肉重量の増減と一致した傾向が認められる。一方ドリップの多少と肉重量変化との間には相関が認

第11表　中性塩溶液に浸漬した煮熱カニ肉の変化

試料番号	中性塩	浸漬後の肉重量（%）	肉の〃しなさ〃の順位
1	対照	114	1
2	KCNS	127	2
3	KI	123	2
4	KNO_3	115	2
5	KBr	120	2
6	NaCl	115	2
7	K_2SO_4	118	1

第12表　中性塩溶液に浸漬した煮熱カニ肉の解凍結果（短期貯蔵）

試料番号	中性塩	ドリップ量（%）	pH		肉の〃しなさ〃の順位
			ドリップ	解凍肉	
1	対照	16.8	7.40	7 50	1
2	KCNS	15.6	7.50	7.36	5
3	KI	11.6	7.50	7.36	5
4	KNO_3	13.4	7.50	7.44	4
5	KBr	14.0	7.50	7.42	3
6	NaCl	13.4	7.52	7.73	2
7	K_2SO_4	15.2	7.57	7.50	1

められなかつた。

Ⅳ　冷凍カニ肉に及ぼす食塩の影響

実験Ⅲに於て中性塩を使用し、肉の〃しなさ〃と中性塩との間に多少の関係を認めた。しかし実際に当つて使用する場合には、利用出来る中性塩の種類は自づと制約される。従つてまず中性塩として食塩を種々な条件で使用した場合、冷凍カニ肉の〃しなさ〃がどのような影響をうけるかを調べた。

ｉ）脱殻肉の浸漬における食塩の影響：　煮熟後脱殻した肩肉ソボロ 200 *g* に各濃度の食塩水 200*cc* を加え、1時間 7～8 °C で浸漬した後、15 分水切りを行い、カニ2号罐に 170 *g* 宛詰め、−26°C で凍結し、冷蔵室に貯蔵し、7日及び7ヶ月後に解凍検査を行つた。その結果食塩浸漬前後におけるカニ肉の変化は第 13 表の如くであり、解凍後のカニ肉の結果は第14表の如くであつた。第13表から判ることは浸漬前後にはカニ肉重量の相異は殆んど各処理間に認められないことである。一方解凍肉の〃しなさ〃にも各処理間で変化がない（第14表）。この処理、則ちカニ肉を食塩水に浸漬する処理はカニの甘味が消失し、香味も消失するので実際の冷凍カニ肉の作製について意義を認め難い。

第13表　食塩水に浸漬した脱殻肉の変化

浸漬液	浸漬後の肉重量（g）	浸漬後の肉 pH	浸漬後の肉塩分量%	官能検査		
				肉の〃しなさ〃	香味	味
井水	212	7.43	1.14	変化を認めない	香味なし	カニ甘味なし
海水	207	7.40	2.44	〃	〃	塩味が強い
1%食塩水	215	7.35	1.55	〃	〃	カニ甘味なし
3% 〃	202	7.38	2.38	〃	〃	塩味が強い
5% 〃	208	7.38	3.32	〃	〃	〃

第14表　食塩水に浸漬した脱殻肉の解凍結果

	浸漬液	ドリップ量（%）	解凍肉 pH	肉の〃しなさ〃
短期貯蔵（7日）	井水	4.8	7.37	多少の〃しなさ〃を認める
	海水	3.1	7.40	〃
	1%食塩水	5.2	7.41	〃
	3% 〃	4.9	7.41	〃
	5% 〃	4.4	7.40	〃
長期貯蔵（7ヶ月）	井水	0.9	7.38	可成りの〃しなさ〃を認める
	海水	2.9	7.51	
	1%食塩水	2.9	7.48	〃
	3% 〃	2.9	7.54	〃
	5% 〃	6.1	7.52	〃

ii）殻付き肉の煮熟における食塩の影響：　使用材料は軟甲ガニ5尾にして、その脚肉を4区に分け各濃度の食塩水 2.5*l* に15分間煮熟し、煮熟後海水、10*l* にて10分間冷却し、そのカニ肉をセロファン包装材で包み、蠟引き函に入れ、凍結貯蔵し、7日及び7ヶ月後に解凍し品質の検査を行つた。その結果煮熟による肉の重量変化は第15表の如くであり、解凍結果は第16表の如くであつた。第15表から10%の食塩水で煮熟しても煮熟後の肉塩分量は 1.97% にすぎず味覚に殆んど変化を与えないことが判る。一方解凍結果（第16表）では、短期貯蔵（7日）に於て各処理間に〃しなさ〃の相異が認められず、長期貯蔵（7ヶ月）に於

第15表　食塩水で煮熟した殻付き肉の変化

煮熟液	煮熟後の殻付き肉重量＊	煮熟肉（ソボロ）	
		pH	塩分（%）
井水	96	7.26	1.40
3%食塩水	88	7.23	1.58
5% 〃	92	7.24	1.72
10% 〃	100	7.23	1.97

＊煮熟前の殻付き肉重量に対する%

第16表　食塩水で煮熟した殻付き肉の解凍結果

	煮熟液	ドリップ量（%）	解凍肉 pH	肉の〃しなさ〃
短期貯蔵（7日）	井水	9.4	7.30	多少の〃しなさ〃を認める
	3%食塩水	9.6	7.20	〃
	5% 〃	10.0	7.16	〃
	10% 〃	8.0	7.15	〃
長期貯蔵（7ヶ月）	井水	19.0	7.36	可成りの〃しなさ〃を認める
	3%食塩水	25.2	7.34	〃
	5% 〃	24.0	7.32	多少〃しなさ〃が弱い
	10% 〃	16.4	7.28	〃

ては高濃度の食塩処理区（５％以上）で解凍肉の″しなさ″が多少良好な結果を与えた。

iii）殻付き肉の浸漬における食塩の影響：

使用材料は試験Ⅲの i に用いたケガニであつて、その脚肉を1 *kg* 宛5区に分け、2.5 *l* の井水にて15分間煮熟し、煮熟後直ちに各種濃度の食塩水10 *l* に浸漬し1時間冷却した。冷却後の処理は実験 ii と同じである。その結果浸漬による肉の変化は第17表の如くであり、解凍結果は第18表の如くであつた。第17表から殻付き肉を煮熟した場合とほゞ同様に10％食塩水浸漬では肉塩分量が２％程度に上昇するも殆んど味覚には影響せず、井水で処理した肉は多少塩味が不足することが判つた。解凍結果については７日目で肉の″しなさ″に対する処理方法間の差異が認められず、７ヶ月後の10％食塩処理区で多少良好な結果が得られた。この点食塩処理に更に一層の検討を行うことにより長期貯蔵の解凍カニ肉の″しなさ″の改善が期待される。

第17表　食塩水に浸漬した殻付き肉の変化

浸漬液	浸漬後の殻付き肉重量 *	浸漬後のソボロ肉	
		pH	塩分（％）
井水	109	7.50	0.49
海水	107	7.45	0.88
3％食塩水	107	7.32	0.78
5％〃	107	7.41	1.16
10％〃	110	7.33	2.20

* 浸漬前の殻付き肉重量に対する％

第18表　食塩水に浸漬した殻付き肉の解凍結果

	浸漬液	ドリップ量（％）	解凍肉 *pH*	肉の″しなさ″
短期貯蔵（7日）	井水	11.0	7.40	変化を認めない
	海水	12.4	7.39	〃
	3％食塩水	11.0	7.37	〃
	5％〃	14.0	7.41	〃
	10％〃	11.4	7.35	〃
長期貯蔵（7ヶ月）	井水	12.8	7.52	可成りの″しなさ″を認める
	海水	14.4	7.52	
	3％食塩水	11.2	7.51	〃
	5％〃	18.4	7.46	〃
	10％〃	－	7.49	多少″しなさ″が弱い

V　冷凍カニ肉に及ぼすクエン酸の影響

冷凍カニ肉の品質に及ぼす水素イオン濃度及びクエン酸イオンの影響をみるため次のような試験を行つた。

i）脱殻肉の浸漬におけるクエン酸の影響：

脱殻肉ソボロ200 *g* に *pH* を異にしたクエ酸緩衝液200 *cc* を加え、1時間8 °C の液温で浸漬した後15分水切りを行い、カニ2号罐に170 *g* 宛詰め、凍結貯蔵した。解凍結果を表で示すと第19表のようになる。表中クエン酸液Ⅰ……Ⅳとあるのは夫々緩衝能の異る溶液である。この結果からこのように処理したニカ肉では充分クエン酸の緩衝能が働くが、解凍肉の″しなさ″は処理間で相異が認められないことが判る。

第19表　クエン酸緩衝液に浸漬した脱殻肉の解凍結果

	浸漬液	浸漬液 *pH*	ドリップ量（％）	解凍肉 *pH*	肉の″しなさ″
短期貯蔵（7日）	井水	7.12	7.8	7.36	多少の″しなさ″を認める
	海水	8.60	6.7	7.22	〃
	クエン酸液Ⅰ	4.97	8.4	5.53	〃
	〃Ⅱ	5.25	7.1	5.97	〃
	〃Ⅲ	5.76	7.1	6.78	〃
	〃Ⅳ	6.06	8.6	7.11	〃
長期貯蔵（7ヶ月）	井水		－	－	－
	海水		6.1	7.36	可成りの″しなさ″を認める
	クエン酸液Ⅰ		8.1	5.57	〃
	〃Ⅱ		5.5	6.14	〃
	〃Ⅲ		4.4	6.77	〃
	〃Ⅳ		3.0	7.02	〃

ii）殻付き肉の煮熟におけるクエン酸の影響：

脚肉を各 *pH* のクエン酸2.5 *l* にて15分間煮熟し、煮熟後海水10 *l* に10分間冷却し、水切り後実験 i に従つて処理した。解凍結果は第20表の如くである。この結果から長期貯蔵の場合には、クエン酸処理よつて解凍肉の *pH* が差程変化しないのに拘らず、クエン酸濃度の濃い液を使用した場合（クエン酸Ⅰ及びⅡ）には解凍肉の″しなさ″が他と比較して或る程度良好な結果を与えることが判つた。

第20表　クエン酸緩衝液中で煮熟した殻付き肉の解凍結果

	浸漬液	煮熟液 *pH*	ドリップ量（％）	解凍肉 *pH*	肉の″しなさ″
短期貯蔵（7日）	井水	6.86	13.4	7.53	多少の″しなさ″を認める
	海水	8.80	15.4	7.57	〃
	クエン酸液Ⅰ	4.37	13.6	7.10	〃
	〃Ⅱ	4.54	15.4	7.10	〃
	〃Ⅲ	4.88	14.0	7.19	〃
	〃Ⅳ	5.12	12.4	7.22	〃
長期貯蔵（7ヶ月）	井水		14.0	7.80	可成りの″しなさ″を認める
	海水		16.0	7.48	〃
	クエン酸液Ⅰ		10.2	7.10	多少″しなさ″が弱い
	〃Ⅱ		11.6	7.23	〃
	〃Ⅲ		12.0	7.13	可成りの″しなさ″を認める
	〃Ⅳ		15.4	7.20	〃

iii）殻付き肉の浸漬におけるクエン酸の影響：

実験 ii に使用した脚肉を井水にて15分煮熟し、その殻付き肉を6区に分け、各 *pH* のクエン酸5 *l* に1時間浸漬し、浸漬後15分水切りを行い、脱殻し、ソボロ肉とし以下実験 i と同様に処理した。解凍結果は第21表の如くである。この結果から短期貯蔵では処理間で″しなさ″の相異が認められないが、長期貯蔵ではク

エン酸処理によつて、実験 ii と同様にクエン酸濃度の濃い液を使用した場合（クエン酸 I）に解凍肉の "しなさ" が他より幾分良好な結果を与えることが判つた。従つて、クエン酸処理の方法によつても食塩の場合と同様冷凍カニ肉の"しなさ"を或る程度改善することが可能と推定される。

第21表　クエン酸緩衝液に浸漬した殻付き肉の解凍結果

	浸　漬　液	浸漬液 pH	ドリップ量（%）	解凍肉 pH	肉の "しなさ"
短期貯蔵（7日）	井　水	6.08	11.8	7.68	変化を認めない
	海　水	8.56	11.8	7.30	〃
	クエン酸液 I	4.85	11.8	7.08	〃
	〃 II	5.03	12.0	7.12	〃
	〃 III	5.40	11.0	7.22	〃
	〃 IV	5.80	11.4	7.30	〃
長期貯蔵（7ヶ月）	井　水		11.6	7.50	可成の"しなさ"を認める
	海　水		11.8	7.52	〃
	クエン酸液 I		12.0	7.02	多少"しなさ"が弱い
	〃 II		12.2	7.15	可成の"しなさ"を認める
	〃 III		12.0	7.41	〃
	〃 IV		9.0	7.55	〃

VI　冷凍カニ肉に及ぼす燐酸の影響

冷凍カニ肉の品質に及ぼす水素イオン濃度及び燐酸塩の影響をみるためクエン酸と同様な試験を行つた。

則ち脱殻肉の浸漬における燐酸の影響、殻付き肉の煮熟における燐酸の影響及び殻付き肉の浸漬における燐酸の影響について調べた。その長期貯蔵の結果は第22表より第24表の如くである。表中の燐酸液 I …IV とあるのは夫々緩衝能の異る溶液である。この結果から判ることは脱殻肉の場合に於てのみ一部燐酸のカニ肉 pH 低下作用がみられた。しかし肉の "しなさ" は脱殻肉、殻付き肉を問はず相当の"しなさ"を示した。

第22表　燐酸緩衝液に浸漬した脱殻肉の解凍結果

浸 漬 液	浸漬液 pH	ドリップ量（%）	解凍肉 pH	肉の "しなさ"
井　水	7.12	—	—	—
海　水	8.60	6.1	7.36	可成りの"しなさ"を認める
燐酸液 I	6.08	4.4	6.83	〃
〃 II	6.79	2.7	7.06	〃
〃 III	7.26	4.2	7.44	〃
〃 IV	7.75	2.9	7.48	〃

従つて燐酸によつて冷凍カニ肉の"しなさ"を改善することは困難であると思はれる。

第23表　燐酸緩衝液中で煮熟した殻付き肉の解凍結果

煮 熟 液	煮熟液 pH	ドリップ量（%）	解凍肉 pH	肉の "しなさ"
井　水	6.80	9.2	7.82	可成りの"しなさ"を認める
海　水	8.44	18.6	7.63	〃
燐酸液 I	6.96	21.0	7.72	〃
〃 II	10.60	14.4	7.74	〃
〃 III	11.50	12.4	7.64	〃
〃 IV	11.85	16.8	7.65	〃

第24表　燐酸緩衝液に浸漬した殻付き肉の解凍結果

浸 漬 液	浸漬液 pH	ドリップ量（%）	解凍肉 pH	肉の "しなさ"
井　水	6.80	9.2	7.70	可成りの"しなさ"を認める
海　水	8.63	21.2	7.70	〃
燐酸液 I	6.00	16.8	7.46	〃
〃 II	6.77	14.0	7.68	〃
〃 III	6.86	13.6	7.62	〃
〃 IV	7.26	8.0	7.61	〃

VII　冷凍カニ肉に及ぼす加圧蒸煮の影響

5月12日に揚陸したカニ肉を使用し試験IIの i と同様に処理したソボロ肉 170 g をカニ2号罐に詰め、5封度80分加圧蒸煮したカニ肉と加圧蒸煮をしないカニ肉を −22°C で凍結し、12日間 −7〜−21°C で貯蔵した後解凍を行い、解凍結果を比較した。解凍結果は第25表の如くであり、表から加圧蒸煮したカニ肉の "しなさ" は対照と比べ劣り、且つドリップ量が極めて多いことが判つた。

第25表　加圧蒸煮した冷凍カニ肉の解凍結果

処理方法	ドリップ量（%）	pH		肉の "しなさ"
		ドリップ	解凍肉	
対　照	3.2	7.17	7.30	多少の"しなさ"を認める
加圧蒸煮	12.0	6.99	7.30	"しなさ"あり

VIII　解凍方法に関する試験

解凍方法の相異によりカニ肉の"しなさ"がどの様な変化をうけるかをみるため節肉を −22°C で凍結し、−17〜−21°C の温度に8日間貯蔵後解凍を行い、解凍後の肉の"しなさ"を調べた。その解凍方法は次の如くである。則ち試料 A は室温（約20°C）で16時間放置し解凍したものであり、試料 B は孵卵器（37°C）中で16時間解凍し、試料 C は 50°C の温水で1時間、試料 D は 100°C の沸騰水中で30分間解凍を行つた。その結果は第26表の如くである。この結果からこの様な解凍方法の間には肉の"しなさ"に殆んど相異が認め

られないことが判る。たゞし低い温度で解凍を行つたカニ肉はドリップが少い傾向が認められる。

第26表　解凍方法による影響

区分	解凍温度	ドリップ量（%）	*pH*		肉の〃しなさ〃
			ドリップ	解凍肉	
A	20°C	15.2	7.19	7.36	変化が認められない
B	37°C	20.0	7.18	7.37	〃
C	50°C	23.7	7.16	7.40	〃
D	100°C	23.0	7.18	7.36	〃

要　約

以上タラバガニ肉の冷凍について検討した結果を総括すると次のことが云ひ得る。

（1）冷凍カニ肉の〃しなさ〃は罐詰肉に劣る。

（2）冷凍カニ肉の〃しなさ〃は或る程度カニ肉の含水量に関係するが、なほ他の要因も関連しているものと思はれる。

（3）冷凍カニ肉の〃しなさ〃の変化は凍結後直ちに生ずるものでなく、長期貯蔵によつて強まるものである

（4）肉の〃しなさ〃とドリップ量並びに肉の *pH* との間には相関関係は存在しない。

（5）長期貯蔵後における解凍肉の〃しなさ〃は食塩並びにクエン酸処理によつて多少改善される傾向が認められる。

（6）冷凍カニ肉の〃しなさ〃は加圧蒸煮によつてかえつて強まる。

（7）冷凍カニ肉の〃しなさ〃は解凍温度によつて変化をうけない。

終りに臨み本研究の発表に多大の便宜を与えられた源生一太郎所長、御校閲戴いた右田正男先生、御助言を賜つた高橋豊雄氏、岡田稔氏並に本研究に協力して下さつた日魯漁業枝幸工場の諸員に感謝の意を表する次第である。

文　献

1） Dassow, J. A. : *Fishery Leaflet*, U. S. Department of the Interior Fish and Wild-life service, 374, (1950).

2） Heerdit, M. J. and Dassow, J. A. : *Commercial Fisheries Review*, 14, 29—35 (1952).

3） 藤井暢三：〃生化学実験法〃定量篇，南山堂，1947，p. 215.

4） Hagedorn-Jensen : *Biochem*. Z. 135, 46 ; 137, 92 (1923); 140, 538 (1924).

5） Friedemann, T. E., Cotonio, M. and Shaffer P. A.: *J. Biol. Chem*., 73, 335 (1927).

6） 森高次郎，泰満夫：日水会誌，15，407(1949).

7） Fujita-Iwatake : *Biochem. Z*., 277, 293 (1935);
藤井暢三：〃生化学実験法〃定量篇、南山堂 1947, p. 204.

8） 福原，大原：北海道水産試験場報告，第3報，昭和14年.

9） 天野慶之，山田金次郎，尾藤方通：未発表

10） Dyer, W. J., French, H. V. and Snow, J. M. : *J, Fish. Res. Bd. Can*., 7, 585 (1950).

11） Dyer, W. J. : *Food Res*., 16, 522(1951).

12） Raye, G. A. and Kuchel, C. C. : *Rept. Food Inv. Bd. Gr. Brit*., 93 (1936).

13） Duerr, J. D. and Dyer, W. J. : *J. Fish. Res. Bd. Can*., 8. 325 (1952).

14） 右田正男，松本重一郎，最首とみ子：日水会誌，22，433（1956）.

15） Bull, H. B. : "Cold Spring Harbor Simposia Quant. Biol." ; 6, 140 (1938) ;
水島三一郎，赤堀四郎：〃蛋白質化学〃共立出版，Vol.2，1954，p.580.

16） Tarr, D. B. : *J. Fish. Res. Bd. Can*, 5, 411 (1942).

17） 金子：〃膠質学の展望第1集〃21，学術図書（1948）.
〃高分子構造論〃中巻，507，修教社（1948）.

18） 右田正男，岡田稔：日水会誌，18，117（1952）.

19） 右田正男，岡田稔：日水会誌，18，159（1952）.

脂質の栄養価に関する研究—XIII. 高級アルコールと脂肪酸のエステルの大量投与による白鼠のセボレヤ発生について（その 2）

セボレヤ症状の防止方法

金田尚志・酒井寿恵・石井清之助
（東海区水産研究所）

日本水産学会誌
第二十三巻 第六号 別刷
昭和三十二年十月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 23, No. 6, October 1957

脂質の栄養価に関する研究—XIII. 高級アルコールと脂肪酸のエステルの大量投与による白鼠のセボレヤ発生について（その 2）

セボレヤ症状の防止方法

金田尚志・酒井寿恵・石井清之助
（東海区水産研究所）

Studies on the Nutritive Value of Lipids—XIII. Seborrhea Forming Activity of Esters of Fatty Acids with Higher Alcohols upon the Rats (2) Preventive Methods of Seborrhea

Takashi KANEDA, Hisae SAKAI and Seinosuke ISHII

In the previous paper[2)] dealing with the seborrhea forming activity of sperm whale oil or the esters of fatty acids with higher alcohols as oleyl oleate, it was observed that the rats fed with the above lipids contained large amounts of unsaponifiable matters in viscera and muscle.

In the present study aiming at finding a preventive method of seborrhea disease, the authors obtained the following results :

(1) The rats fed with sperm whale oil were found containing in their body hydrocarbons 150 times and sterols five times as much as those in normal rats (Table 1).

(2) Experiments on various preventive methods of seborrhea have revealed that some of them are not so effective to prevent seborrhea formation as they have been believed so for a long time. However, adding of phospholipids of soy bean to the basal diets showed good effects for the prevention of seborrhea (Table 2).

(3) On the basis of these findings, when the lecithin and cephalin fraction separated from the soy bean phospholipids were compared in the preventing effect, it became clear that the latter exerts a good effect, while the former no effects, to the rats (Table 3—6).

(4) The above results are suggestive of this. As far as the present study is concerned, it is not the genuine cephalin but the crude one that shows protective effect from the seborrhea for the rats fed with sperm whale oil or oleyl oleate. Because when the cephalin fraction was prepared by treatment with solvent extraction, it was likely contaminated with some other substances.

I 緒言

マツコウ鯨油を白鼠に給与するとセボレヤ症状（皮脂漏症）を生ずるが，これはマツコウ油中のオレイル・オレエートのみに起因するとされていた[1)]。著者等は本研究の第X報[2)]において，オレイル・オレエートにかぎらず，セチル・オレエート，オクタデシル・オレエート，オレイル・ステアレート等の高級アルコールと脂肪酸のエステルはみな白鼠に対しセボレヤ症状を生ぜしめることを認め、従来の考え方を修正した。さらに著者等は同報文中にセボレヤを生じた白鼠の内臓及び筋肉中には多量の不鹸化物が蓄積されることを認めた。この結果よりして，第X報においてはマツコウ鯨油ないしオレイル・オレエートの如き高級アルコールと脂肪酸のエステルの大量給与による白鼠のセボレヤ発生は与えたオレイル・オレエートがそのまゝの形で組織中に蓄積されるのであろうという推定を下した。

その後，白鼠の体組織中に含まれている不鹸化物を検索した結果、マツコウ鯨油給与によりセボレヤ症状

1957 年7月 24 日受理　東海区水産研究所業績B第 270 号

を呈し斃死寸前となつた白鼠の体中には正常鼠に比し 150 倍に及ぶ炭化水素及び 5 倍に及ぶステロールが蓄積されることを見出した．生体内における炭化水素と他物質との相関についてはスクワレンがコレステロールの前駆体となる[3] ということが判つている程度で，本研究の参考となる如き知識は得られていない。そこでステロール量が増加するという点に着目し，ステロールと他物質の拮抗作用によりセボレヤ症状の発生を防止し得ないであろうかと考えた。

マツコウ油給与により生ずるセボレヤの防止方法として佐橋[4] は多量の酵母とリノール酸の給与がある程度の防止効果を有することを認めている。また Bacon 等[5] は鉱物油を白鼠に給与し，外観が一見マツコウ鯨油のセボレヤ症状と類似した障害を白鼠に生ぜしめているが，この際，リノール酸 50 mg を同時に与えると本症状は防止し得ると述べている。

以上の報告を参考として著者等も多量のビール酵母及び必須脂肪酸類のエステルを白鼠に給与してみたが，殆んど効果を認め得なかつた．

Kesten 等[6]によると，兎の血漿中のコレステロールは多量のレシチンをコレステロールと共に給与することにより減少せしめ得ると述べているが，これに対しては全く反対の結果も出されており，例えば Peterson 等[7] によれば綿実油及びコレステロールを鶏に与えた場合，同時に大豆レシチンを給与すると血漿コレステロールは大豆レシチンを与えなかつたものよりもむしろ増加すると述べ，またStamler 等[8] は鶏にコレステロールを与えた際コリン及びイノシトールの添加は血漿コレステロール量を増大せしめるとしている．しかし摂取した食物中のコレステロール量が増加すると動物体内には燐脂質が増し，コレステロールと燐脂質との割合はかなり一定の値をとるとされており[9], Mc Candless 等[10] によるとコレステロールを給与した兎の血漿中のレシチン，ケファリン，スフィンゴミエリンは増加すると述べている。

以上の報告を勘案し，著者等はマツコウ鯨油ないしオレイル・オレエート給与時に大豆燐脂質を白鼠に給与して試験を行つてみた。その結果、大豆燐脂質を添加した飼料で飼育した白鼠には長期間にわたりセボレヤ症状が現われず，酵母及び必須脂肪酸添加の際とは比較にはならぬほど有効であることを認めた。

本大豆燐脂質は市販大豆レシチンを冷及び温アセトンを用いて抽出し，不溶性部分より冷及び温アルコール可溶部，エテール可溶部を分ち，これ等を合せたものである。即ち，市販大豆レシチンは各種燐脂質の混合物であるため，実験に供した試料は大豆レシチン及びケファリンを主とする混合物と考えられる。そこで，これ等燐脂質のうち，如何なる形のものが最もセボレヤ症状に対し有効であるかを知るため，レシチン区分を Cd 塩として分離し試験を行つてみたが，大豆レシチンはたいして効果を有さないことを認めた。さらに卵黄よりレシチンを Cd 塩として分離試験したが同様の結果を得た。またレシチン構成分の一つであるコリンを添加してみたが全く効果を認め得なかつた。

そこで大豆燐脂質中の有効成分はケファリンであろうと思い，市販大豆レシチンをエーテルに溶し，多量のアセトン中に注入し、不溶部を再度同様処理した後，温アルコールを用いて可溶部を抽出することを数回繰返し，アルコール不溶性残渣を得，これをケファリン区分とした。但しこの程度の処理では純ケファリンを得がたい故このケファリンはケファリンを主とするがなおケファリン以外の燐脂質をも含有すると考えるのが妥当と思われる。

本試料を飼料に添加して動物試験を行つてみると前記の大豆燐脂質添加試験の場合同様セボレヤ症状が現れず，また長期間飼育試験を行つた際にも飼料をよく食下したものには殆んど害作用を認めなかつた。

以上の結果よりして，マツコウ鯨油ないしオレイル・オレエートの如き脂肪酸と高級アルコールのエステルの給与により発生するセボレヤ症は粗ケファリンを同時に与えることによりかなり防止し得ることを見出した。

但し，粗ケファリンを給与しても白鼠の体中に蓄積される炭化水素量は正常白鼠程度とはならず依然多量に含まれており，またステロールに関しても多少減少の傾向は見せたがかなりの高含量を示した。なおケファリン構成分の一つであるモノエタノールアミンを与えてみたが，モノエタノールアミンはかかる防止能力を欠いていた。

また Peterson[11] 等によれば，コレステロール大量給与時の血漿中コレステロールの増加はシトステロール、スティグマステロール，エルゴステロール等の植物性ステロールの同時給与により防止し得るとのことである。そこでシトステロールをマツコウ鯨油と同時に与えてみたが大なる効果は認め得なかつた。

Ⅱ 実験の部

供試料：

マツコウ鯨油——南氷洋産のものをアルカリ洗い後白土処理す。

オレイル・オレエート——大洋漁業製オレイル・アルコール 500 g を尿素 1.5 kg を溶解せしめたメタノール 2.5 l に加え均質化せしめ 10°C に一夜放置後尿素附加物を分ち，メタノールを除去し，オレイル・アルコール（沃素価 92.7）を得た。これを第X報と同様にしてオレイル・オレエートとし供試品とした。（沃素価 93.1，同理論値 95.4）

動物試験法：第X報と略々同様にして行つた。

実　験 1：マツコウ鯨油給与時の白鼠体中の炭化水素及びステロール量

マツコウ鯨油を1日 1.5 g 宛 10 日間給与し、セボレヤ症状を生ぜしめ斃死寸前となつた時1日給与を止め翌日屠殺し，消化管は内部を洗滌し，10% アルコール性苛性ソーダを用いて体全部を液化せしめ常法により不鹼化物を分ち含有ステロール及び炭化水素量を定量した。（ステロールの定量はヂギトニン沈澱法，炭化水素は試料を石油エーテルに溶解せしめアルミナ層を通しアルミナに吸着されぬ区分を炭化水素量とした)。得られた結果は Table 1 の如くである．

Table 1. Properties of unsaponifiable matters of rats after feeding experiments with sperm whale oil

第 1 表　マツコウ鯨油給与白鼠の体中不鹼化物の性状

Type of fat fed 供試油	No. of rats 白鼠の匹数	Total body wt. 総体重 g.	Total fat consumed 試料総給与量 g.	Total unsap. matter (g.) 体中不鹼化物総量 g.	Mixed fatty acids (%) 体中混合脂肪酸 %	Sterol (%) ステロール			Hydrocabons (%) 炭化水素		
						In unsap. m. 不鹼化物中	In lipids 脂質中	In meat 生肉中	In unsap. m 不鹼化物中	In lipids 脂質中	In meat 生肉中
None(無添加) Ⅰ	2	192	0	0.2469 (0.13%)	5.46	47.44	10.90	0.06	5.78	0.13	0.007
None(無添加) Ⅱ	2	194	0	0.3597 (0.18%)	1.60	42.88	4.43	0.07			
Sperm whale oil (マツコウ鯨油)	2	162	30	3.5406 (2.18%)	1.62	14.51	8.83	0.31	48.0	27.56	1.05

即ち Table 1 に示す如く生肉中の炭化水素量は無添加のものに較べ 150 倍，ステロールも 5 倍程度増すことを認めた。

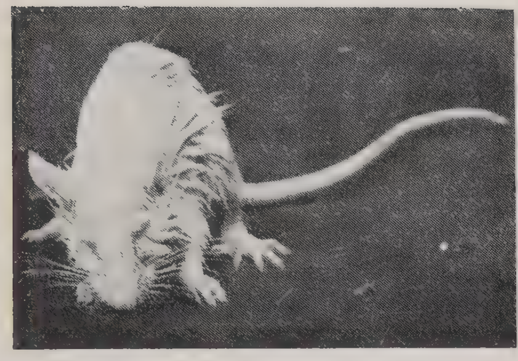
実　験 2：マツフウ鯨油及び大豆燐脂質給与試験

マツコウ鯨油に大豆燐脂質を混合し飼育試験を行い Table 3 の如き結果を得た。（大豆燐脂質は市販大豆レシチンよりアセトン可溶部を分離後アルコール及びエーテル可溶部を抽出し，これ等を合したものである)。

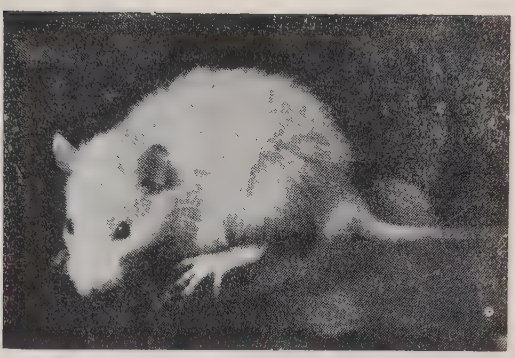
Table 2. Feeding records

第 2 表　飼育結果　(Period : From Februany 20 to March 16, 1956)

Type of fat fed 供試油	Sex 性別	Body wt. gained in 25 days (g.) 25 日間の体重(g)			State of mortality 死亡の有無	Forming of seborrhea セボレヤ発生の有無
		Initial 開始時	Last day 終了時	Gain or loss 増減		
Sperm whale oil マッコウ鯨油 1 g	♂	50	44	−1	Died on 9th day 死亡 9 日目	⊕
	♂	50	47	−3	Died on 16th day 死亡16日目	⊕
Sperm whale oil マッコウ鯨油 1 g Phospholipids of soy-bean 大豆燐脂質 0.5 g	♂	48	77	29	Survived over 25days 生存 25 日以上	⊖
	♀	48	65	17	〃	⊖



A test rat fed with sperm whale oil.
マツコウ鯨油給与白鼠



A test rat fed with sperm whale oil and phospholipids of soy bean
マツコウ鯨油及び大豆燐脂質給与白鼠

即ち，マツコウ鯨油のみを与えたものは従来通りのセボレヤ病状を呈し死亡したが，大豆燐脂質を添加すると 25 日まで全くセボレヤ症状を示さず，外観的には正常な成長をとげた。(写真参照)

実　験 3：大豆レシチン及び卵黄レシナン添加試験

大豆レシチン：市販大豆レシチンをエーテルに溶解せしめ，多量のアセトン中に滴下し，不溶性区分をアルコールを用いて温抽出し，抽出液に塩化カドミウム溶液を加え，生じた沈澱よりエーテル可溶部を除いた後，アルコール中で炭酸アンモニウムと還流加熱後アルコール溶液をアセトン中に滴下し淡黄色の大豆レシチンを得た。

卵黄レシチン：鶏卵より卵黄を分ち，アセトンを用いて脱水後アルコールを用いて抽出し，本抽出液に塩化カドミウム溶液を加え，以下大豆レシチンと大略同様に処理し白色無定形の卵黄レシチンを得た。これ等の試料を添加して飼育試験を行い Table 3，4 の如き結果を得た。

Table 3. Feeding records
第 3 表　飼　育　結　果
(Period : From August 28 to November 29, 1956)

Type of fat fed 試　料	Brood series 系統	Sex 性別	Body wt. gained in 31 days(g.) 31 日間の体重 (g)			Mean wt. gained(g) 同平均 (g)
			Initial 開始時	Last day 終了時	Gain or loss 増　減	
None (Fat-free basal) 基本飼料	Q	♀	92	120	28	25.5
	R	♂	97	120	23	
sperm whale oil 1.5g マッコウ鯨油 1.5g	Q	♂	95	151	66	
	Q	♀	99	131	34	
	R	♀	81	71	−10	Died on 22th day 死亡 22 日目
	R	♀	80	100	20	
	S	♀	69	107	38	37.6
	S	♂	65	118	53	
	S	♂	66	125	59	
	S	♂	72	113	41	
Sperm whale oil 1.5g マッコウ鯨油 1.5g + Soy-bean lecithin 大豆レシチン 0.5g	Q	♂	87	134	47	
	Q	♀	91	128	37	30.0
	R	♀	83	122	39	
	R	♀	92	90	−2	Died on 18th day 死亡 18 日目
	S	♀	73	102	29	

Table 4. Feeding records
第 4 表 飼育結果
(Period : From July 13 to August 7, 1956)

Type of fat fed 試料	Brood series 系統	Sex 性別	Body wt. gained in 25 days (g.) 25 日間の体重 (g)			Mean wt. gained (g.) 同平均
			Iditial 開始時	Last day 終了時	Body wt. gained 増加量	
Sperm whale oil 1.5 g マッコウ鯨油 1.5g	O	♂	67	63	4	20.6
	O	♀	65	90	25	
	O	♀	64	84	20	
	P	♂	76	115	39	
	P	♀	71	86	15	
Sperm whale oil 1.5 g マッコウ鯨油 1.5g + Lecithin of egg yolk 卵黄レシチン 0.5g	O	♀	73	87	14	18.2
	O	♂	74	90	16	
	O	♀	74	84	10	Died on 15th day 死亡 15 日目
	P	♂	64	95	31	
	P	♀	66	86	20	

以上に示す如く大豆及び卵黄レシチン添加群は体重の増加少く，またセボレヤに対しても全く効果を認めず，対照群と同程度にセボレヤ症状を呈した。

実験 4：粗大豆ケファリン添加試験

緒言にて述べた如き方法により製した粗大豆ケファリンを添加し飼育試験を行つた。なお同時にケファリン構成分たるモノエタノールアミンの添加試験も行い次表の如き結果を得た。

Table 5. Feeding records
第 5 表 飼育結果
(Period : From May 7 to June 20, 1957)

Type of fat fed 試料	Brood series 系統	Sex 性別	Body wt. gained in 44 days (g.) 44 日間の体重 (g)			State of mortality 死亡の有無
			Initial 開始時	Last day 終了時	Gain or loss 増減	
Oleyl oleate 1.5 g オレイル・オレエート 1.5g	A	♀	100	83	−17	Died on 25th day 死亡 25 日目
	A	♂	103	93	−10	Died on 18th day 死亡 18 日目
	B	♀	100	81	−19	Died on 19th day 死亡 19 日目
Oleyl oleate 1.5 g オレイル・オレエート 1.5g Crude cephalin of soy-bean 粗大豆ケファリン 0.5g	A	♀	110	155	45	Survived over 44days 生存 44 日以上
	B	♀	88	166	30	〃
Oleyl oleate 1.5g オレイル・オレエート 1.5g Monoethanolamine モノエタール・アミン 50mg	A	♂	60	79	19	Died on 25th day 死亡 25 日目
	B	♂	127	117	−10	Died on 21th day 死亡 21 日目
	B	♂	106	100	−6	Died on 19th day 死亡 19 日目

即ち，オレイル・オレエート及びモノエタノールアミン給与群は何れも烈しいセボレヤ症状を呈し，25日以内に全部死亡したが，粗大豆ケファリンを添加したものにはセボレヤは現れず，体重は増加し，長く生存した。

なお試験終了後ケファリン給与白鼠の体中に含まれる炭化水素及びステロールの総量を定量したところ，夫々 2.5，0.21％なる値を得た。即ち炭化水素についてはマッコウ鯨油給与によりセボレヤ症状を呈したもの同様高含量を示し，ステロールについては幾分減少する傾向を示したが，正常鼠に較べ依然多量のステロールが蓄積されることを認めた。

なお再度オレイル・オレエート 1～1.5g に粗大豆ケファリン 0.5g を添加，試験を行つたところ，Table

6 に示す如く，オレイル・オレエート給与群は死には至らなかつたが烈しいセボレヤ症を示した。一方粗ケファリンを添加したものには全くセボレヤは生ぜず順調な成長を遂げた。

Table 6. Feeding records

第 6 表 飼　育　結　果

(Period : From May 21 to July 10, 1957)

Type of fat fed 供試油	Body wt. gained in 50 days (g.) 50 日間の体重			Mean wt. gained (g.) 同平均	Forming of seborrhea セボレヤ発生の有無
	Initial 開始時	Last day 終了時	Gain or loss 増減		
None (Fat-free basal) 基本飼料	86	122	36		
Oleyl oleate 1〜1.5g. オレイル・オレエート 1〜1.5g	95	125	30	28	⊕
	94	119	25		⊕
	87	116	29		⊕
Oleyl oleate 1〜1.5g オレイル・オレエート 1〜1.5g + Crude cephalin of soy-bean 粗大豆ケファリン 0.5g	78	128	50	49.3	⊖
	87	140	53		⊖
	95	140	45		⊖

実　験 5 : シトステロール添加試験

大豆油不鹼化物より分離したシトステロール（M.P. 135〜136°C）を飼料に添加し飼育試験を行い，Table 7 の如き結果を得た。

Table 7. Feeding records

第 7 表 飼　育　結　果

(Period : From Sept. 25 to Oct. 18, 1956)

Type of fat fed 試料	Brood series 系統	Sex 性別	Body wt. gained in 23 days (g.) 23 日間の体重			Mean wt. gained (g.) 同平均 (g)
			Initial 開始時	Last day 終了時	Gain or loss 増減	
Sperm whale oil 1 g マッコウ鯨油 1g	T	♀	63	101	38	29
	T	♂	59	83	24	
	U	♀	52	77	25	
Sperm whale oil 1 g マッコウ鯨油 1g + Sitosterol 10 mg シトステロール 10mg	T	♀	61	89	28	19.3
	T	♂	62	79	17	
	U	♀	63	77	14	
Sperm whale oil 1 g マッコウ鯨油 1g + Sitosterol 30 mg シトステロール 30mg	T	♀	60	59	−1	13.3
	T	♂	64	97	33	
	U	♀	62	70	8	
Sperm whale oil 1 g マッコウ鯨油 1g + Sitosterol 50 mg. シトステロール 50mg	T	♂	59	100	41	22.6
	T	♀	61	76	15	
	U	♀	60	72	12	
Sperm whale oil 1 g マッコウ鯨油 1g + Sitosterol 100 mg シトステロール 100mg	T	♀	64	88	24	20
	T	♂	55	83	28	
	U	♀	58	66	8	

本結果を見るにシトステロール添加群は無添加群に較べ体重増加は劣り，さらにシトステロール量を増すにつれ，却つてセボレヤ症が烈しく現れる傾向にあつた。即ち，シトステロールは全くセボレヤ防止効力が

ないといえた。

Ⅲ 考察

以上の結果より考察するにマッコウ鯨油ないしオレイル・オレエートの給与により生ずる白鼠のセボレヤ症状は従来いわれている如き酵母，必脂須肪酸等の添加によつてはたいして防止し得ないといえる。しかし市販大豆レシチンとくに本品より分離したケファリンを主とする区分は従来認められたものに較べはるかに有効である。このケファリン区分はもちろん純ケファリンではないため果してケファリンそのものが有効なのか，あるいは共存するケファリン以外のものが有効なのか，さらにケファリンと他物質との協同作用により効力を発するかはなお不明である。但し大豆レシチンより分離したケファリン区分がセボレヤ防止効果を有するということは間違いない。

このケファリン区分がセボレヤ症に対し何故有効かということについても現在のところ依然不明であるが，恐らくセボレヤ症を呈する白鼠の体内に炭化水素及びステロールが多量に蓄積されることより考え，ケファリンないしケファリン区分に存在する脂質が，白鼠中に蓄積されるステロールあるいは炭化水素に対し何らかの拮抗作用を有するか，あるいは脂肪酸と高級アルコールのエステルの生体内における代謝に際し，代謝を円滑に進行せしめることによりセボレヤ症の発生を防止するのではないかと考える。

Ⅳ 摘要

マッコウ鯨油ないしオレイル・オレエートの如き高級アルコールと脂肪酸のエステルを白鼠に給与した際生ずるセボレヤ症状（皮脂漏症）の防止法につき研究し次の結果を得た。

1. マッコウ鯨油，オレイル・オレエート等を白鼠に給与すると白鼠の体内には正常時に比し150倍に及ぶ炭化水素及び5倍量のステロールが蓄積されることを見出した。

2. このステロールが増大するという点に着目し，セボレヤ症の防止方法について各種の試験を行つた結果，従来いわれている方法は何れも大なる効果を認めなかつたが，市販大豆レシチンより分離したケファリン区分はかなりの防止効果を有することを認めた。

本研究を行うに当り，終始御指導を賜つた東海区水産研究所利用部長東秀雄博士，有益な御助言を賜つた北海道大学農学部教授小幡弥太郎博士，オレイルアルコールを提供された大洋漁業東京研究所長東克已博士動物試験に尽力された荒井君枝氏に衷心より謝意を表する。

文献

1) E. Somekawa: Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Res., **21**, 149 (1933) **35**, 121 (1938) **38**, 304, 497 (1941) **39**, 313, 410 (1942) **42**, 67, 72 (1947) **44**, 74 (1949).

2) T. Kaneda and H. Sakai: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **19**, 1168 (1954).

3) H.J. Chanon: Biochem. J., **20**, 400 (1926).
H.J. Chanon and G.R. Tristram: Biochem. J. **31**, 738 (1937).
R.G. Langton and K. Bloch: J. Biol. Chem., **200**, 134 (1953).
G.M. Dauben et al.: J. Biol. Chem., **202**, 487 (1953).

4) Y. Sahashi: Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Res., **20**, 245 (1933) **23**, 264 (1934).

5) E.K. Bacon, S. Lassen, S.M. Greenberg, J.W. Mehl and H.J. Deuel, Jr.: J. Nutrition, **47** 383 (1952).

6) H.D. Kesten and R. Silbowitz: Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **49**, 71 (1942).

7) D.W. Peterson, E.A. Shneour, N.F. Peek and H.W. Gaffey: J. Nutrition, **50**, 191 (1953).

8) J. Stamler, C. Bolene, R. Harris and L. N. Katz: Circulation, **2**, 714 (1950).

9) 永山：医化学 p.154 (1948).

10) E.L. McCandless and D.B. Zilversmit: Arch. Biochem. Biophys. **62**, 402 (1956).

11) D.W. Peterson: Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **78**, 143 (1951).
D.W. Peterson, C.W. Nichols, Jr. and E.A. Shneour: J. Nutrition, **47**, 57 (1952).
D.W. Peterson, E.A. Shneour, N.F. Peek and H.W. Caffey: J. Nutrition, **50**, 191 (1953).

原　　著

ヤツメウナギのビタミン含量

東海区水産研究所
東　秀雄・平尾　秀一・山田充阿弥・菊地　嶺

VITAMIN A IN LAMPREY, *ENTOSPHENUS JAPONICUS*

Hideo Higashi, Shuichi Hirao, Juami Yamada and Ryō Kikuchi
Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo

Vitamin contents were determined in the lamprey, *Entosphenus japonicus* Martens, a fish popularly known to be rich in nourishment. Vitamin A content in the flesh was found to be 99-995 *I. U.* per g of tissue, the highest figures ever observed in the flesh of fish. In the liver it was 1,010-17,300 *I. U.* per g. A similar high content was found in the testis while only a trace of vitamin A could be found in the testis of other fishes. The intestine was also found very rich in vitamin A, as the amount in the intestine was almost one half of total vitamin A in the whole body. Although the fish contains much vitamin A already at its very young stage, the contents in the various organs become still higher towards the spawning season. Even in dried products of the fish a considerable amount of vitamin A remains. Thiamine in the skin was found richer than that in usual fishes, with the content being much greater in the dorsal side than in the ventral skin. Vitamin B_{12} was also found rich in the flesh and skin.

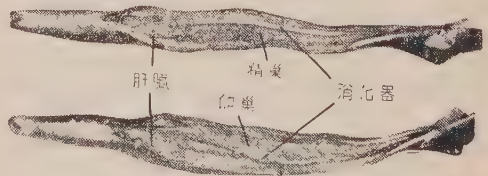
ヤツメウナギ(*Entosphenus japonicus* Martens)は円口類ヤツメウナギ科に属し身体を強壮にし夜盲症,喘咳に効力のある栄養食品として知られ多くの古書にもその効能が記載されている.

ヤツメウナギのAについてはすでに藤巻1),三浦2),中宮3)等の研究がありAの含量高くバター,ウナギの数倍に達すること等を報告している.

著者等はすでに多くの魚種につきA含量およびその消長を研究して来たがヤツメウナギについても多数の測定を行い新しい知見を得たのでその結果をここに報告する.

ヤツメウナギは主として裏日本の河川に産し最上川,信濃川,石狩川等が主な漁場となつている.9月ごろ親魚が群をなして海から川に溯上し生殖巣が熟し翌年4,5月ごろ川の上流で産卵する.孵化した幼魚は川を下り海中で成魚となる.海で生活する期間は約7年といわれるが未だ確実でない.

ヤツメウナギの内臓を示す



ヤツメウナギの漁獲は秋季溯上とともに始まり翌春産卵期に終る.漁獲された魚は数日生簀に蓄養されたのち活魚のまゝ取引され,あるいは丸のまゝ蔭干しとして乾燥品が製造される.

実験材料およびビタミン定量法

供試魚は最上川産のもので11,12月の試料は下流,4,5月の試料は上流で漁獲されたものである.活きているものを供試料とし,その一部について乾燥品を試製し,また市販乾燥品についても測定を行つた.なお

B 261号

表 1　ヤツメウナギ体各部のA

試魚 No.	性別	全長 (cm)	体重 (g)	肉			肝臓				生殖巣				肉油のヨード価
				含油量 (%)	油中A (I. U./g)	組織中A (I. U./g)	重量 (g)	含油量 (%)	油中A (I. U./g)	組織中A (I. U./g)	重量 (g)	含油量 (%)	油中A (I. U./g)	組織中A (I. U./g)	
1	♀	47.6	205	16.0	3,900	625	4.5	2.7	169,000	4,570	22	12.2	1,590	194	129
2	♀	46.6	204	10.1	2,125	215	5.8	2.2	72,200	1,550	41	11.1	1,630	181	111
3	♀	45.7	186	16.1	1,840	297	5.8	2.3	59,000	1,345	44	11.3	895	99	128
4	♀	49.2	202	20.0	1,440	288	4.8	4.4	71,200	3,135	20	13.5	1,200	162	125
5	♀	43.8	141	15.5	5,170	802	4.8	3.5	200,000	7,080	12	12.8	3,320	425	132
6	♀	45.1	132	5.5	1,800	99	4.8	5.3	92,700	5,010	14	13.4	10,120	1,355	134
7	♀	40.4	124	15.3	4,130	632	1.8	19.4	45,400	8,810	9	—	—	—	119
8	♀	46.2	123	10.8	2,780	300	2.5	15.3	19,700	3,015	—	—	—	—	131
9	♀	43.4	106	11.2	3,030	340	2.3	6.7	45,000	3,000	—	—	—	—	125
10	♀	41.3	100	10.4	3,300	344	1.5	12.0	38,800	4,660	—	—	—	—	129
11	♀	46.2	136	18.0	2,960	533	2.3	14.2	42,600	6.050	—	—	—	—	138
12	♂	45.6	182	13.5	4,700	635	3.2	11.1	56,600	6,280	17	2.26	42,800	966	130
13	♂	48.6	182	14.0	1,900	266	3.0	49.0	7,600	3,720	8	—	—	—	124
14	♂	46.7	176	10.6	4,160	441	3.0	15.8	43,000	6,800	18	1.76	119,500	2,100	113
15	♂	45.2	167	14.4	1,580	228	2.8	11.9	48,000	5,720	15	2.42	173,000	4,180	135
16	♂	44.6	164	9.0	3,765	339	3.8	10.3	41,200	4,250	11	—	—	—	136
17	♂	43.6	128	15.9	2,365	376	1.0	42.2	21,650	9,150	11	3.58	146,000	5,220	124
18	♂	46.8	169	16.0	1,650	264	2.5	31.2	21,400	6,680	8	—	—	—	143
19	♂	50.7	167	13.3	2,300	306	3.0	18.8	16,400	3,085	—	—	—	—	133
20	♂	44.3	136	12.5	3,300	412	2.8	16.0	30,800	4,930	—	—	—	—	132
21	♂	45.3	127	15.1	2,700	408	2.5	21.4	20,900	4,480	—	—	—	—	127
22	♂	47.4	141	12.7	4,070	516	2.7	18.8	26,500	4,980	—	—	—	—	131
23	♂	51.3	263	16.2	2,620	425	4.5	—	—	3,760	12.8	—	—	1,740	
24	♀	48.2	236	19.5	3,580	698	4.8	—	—	—	39.2	22.43	1,650	371	
25	♂	47.1	205	27.0	1,640	444	4.2	—	—	4,970	8.2	—	—	2,350	
26	♂	46.5	185	—	—	—	3.2	—	—	4,400	10.5	-	—	—	
27	♀	43.5	181	—	—	—	5.3	—	—	5,300	28.0	17.57	4,470	798	
28	♀	51.5	220	17.0	1,460	248	6.5	14.6	13,200	2,220	14.2	19.2	360	69	
29	♀	53.0	200	13.5	3,040	410	6.2	15.4	19,640	3,025	13.4	17.0	130	22	
30	♂	45.5	140	11.8	1,590	188	2.2	20.6	12,200	2,520	—	—	—	—	
31	♀	54.3	250	12.4	1,650	230	5.2	6.9	26,400	1,815	23.7	16.2	2,146	348	
32	♀	53.0	250	18.5	1,270	235	6.3	18.3	9,350	1,715	21.0	22.5	1,670	376	
33	♀	56.5	290	18.4	1,340	246	6.7	9.9	25,400	2,520	18.5	22.9	985	226	
34	♂	50.5	200	13.7	3,620	496	2.7	18.6	29,700	5,500	11.5	1.8	3,150	57	
35	♂	50.5	182	18.4	5,320	980	3.6	29.2	23,600	6,900	11.3	2.1	3,640	75	
36	♀	54.0	286	—	—	315	7.0	—	—	3,070	21.2	—	—	178	
37	♀	52.0	244	—	—	265	6.2	—	—	1,750	19.7	—	—	147	
38	♂	44.8	118	—	—	580	2.0	—	—	3,060	—	—	—	—	
39	♂	42.7	105	—	—	—	1.3	—	—	4,180	5.5	—	—	452	
40	♂	57.6	271	17.9	1,260	226	4.9	27.0	7,050	1,900	15.3	5.3	4,700	250	
41	♀	55.5	243	21.8	780	170	6.6	10.4	9,750	1,010	17.4	9.8	2,365	231	
42	♀	53.2	230	17.9	930	167	5.9	12.0	12,100	1,450	16.0	18.2	920	167	

43	♂	53.0	213	20.5	2,060	423	4.2	33.8	51,200	17,300	11.5	5.7	7,560	428
44	♀	51.8	225	19.0	700	133	4.4	10.5	11,520	1,210	15.4	18.4	640	117
45	♀	51.8	205	19.3	1,015	196	4.1	9.5	14,050	1,330	12.9	20.5	1,045	214
46	♀	51.5	205	21.4	1,200	257	5.2	10.1	12,450	1,250	15.2	20.8	1,064	221
47	♀	51.0	200	18.6	1,745	323	5.6	5.2	44,800	2,330	15.9	16.4	1,430	234
48	♀	50.8	232	19.8	1,205	236	4.8	6.3	63,000	3,950	17.3	22.0	990	218

採取時日：No. 1～22は4月28 (1952)；No. 23～27は 5月17 (1956)；No. 28～32は 11月8 (1951)；No. 33～35は11月26 (1953)；No. 36～39 は 12月 (1955), No. 40～48 は 12月 (1956)

川で発育中の稚魚のAを測定した．海中生活時代の試料が得られゝばさらに興味ある事実が見出されると考えるが入手困難のためまだ試みていない．

Aの定量は不鹼化物の Oser 補正法によつた．試料により吸収極大が明瞭でないものに対しては $SbCl_3$ 試薬による比色法を用いた．

B_1はチオクロム法，B_2はルミフラビン螢光法，B_6は微生物法，B_{12}は*L. leichmannii*法によつた．

実験結果

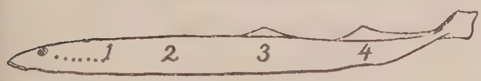
(1) 成魚の肉，肝臟，生殖巣の含油量，A含量

成魚の体長，体重，肝臟重量，生殖巣重量を測定し肉，肝臟，生殖巣の含油量，A含量を測定した結果を表1に示す．

a) 肉のA含量

肉のA含量は 99～955 I.U./gで， 300 I.U./g 内外の個体が最も多い．一般の食用魚介肉，鳥獣肉のAは 0.5～3 I.U./g程度であるから，この値は極めて高いもので著者等の知る範囲ではガエルザメ[4] が90～270I.U./gでこれにつぐ唯一の例である．

図1 試料肉の採取部位



一般に魚肉のAは同一魚体中でも体の部位によつて異るが[5]，ヤツメウナギについてこの現象の有無を検した．すなわち魚体を図1の如き部位に分ち各部の肉についてAを測定した結果は表2のごとく含油量，油のA濃度，肉のA含量は体の部位によつてかなり相違し，肉のA含量および油のA濃度は体の前部に高く後部に低かつた．

一般魚類においては体各部の肉，あるいは多数の個体の肉の含油量(F%)と，その油の A濃度 (A I.U.) との間にAF =const.(aは常数)が存在するが[5]表1，2の数値について検したところヤツメウナギにおいてはこの関係は全く認められなかつた．

表2 体各部の肉のA含量の差異 (図1参照)

試料 No.	部位	含油量 (%)	油中A (I.U./g)	組織中A (I.U./g)
33	1	14.7	1910	281
	2	23.5	1310	308
	3	19.9	1120	224
	4	15.3	1010	155
34	1	13.8	4700	650
	3	16.4	3160	520
	4	11.0	3000	330
35	1	17.0	9950	1690
	2	22.4	3830	860
	3	13.9	3640	501
	4	20.1	3850	770

一般に魚類のA含量は漁期により異るが，ヤツメウナギの肉のA含量を漁期別に検してみた．すなわち秋季溯河中の試料(表1のNo. 28～48)と翌春，成熟した試料 (No. 1～25) とを比較すると図2にみるように秋期には100～300I.U. の個体が大部分を占めているが春期には200～500 I.U. g の個体が多くなつており産卵期にはA含量が多いことが知られる．

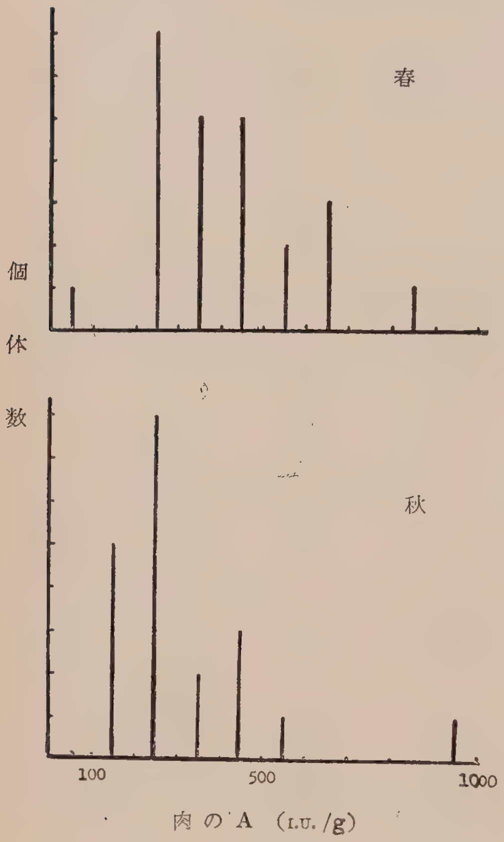
試料 No. 1～25 につき肉油のヨード価を測定したが125～135内外の個体が最も多い．ヨード価と体重，肉の含油量，油のA濃度との間には明らかな関係は認められない．

b) 肝臟のA含量

肝臟重量は体重の約2.3%でA含量は 1,010～17,300I.U./gで肉の約10倍の値を示した．アブラザメ，マグロ等の肝臟にはさらに濃厚にAを含むものもあるが，この値は魚類中でも多い部類に属する．

肝臟のA含量と時期との関係を肉の場合と同様に示

図2 肉のA含量と時期との関係



すと図3の如く，肝臓のA含量は秋よりも春に著しく高い．肉の場合と異り肝臓においては含油量とその油のA濃度との間に一定の関係が認められる．すなわち図4に示すごとく含油量の低い場合ほど，その油のA濃度が高い．

c） 生殖巣のA含量

表1に見る如く卵巣中には肉とほゞ同程度のAを含む．精巣は著しく濃厚にAを含み，ことに産卵期の試料では800～5,220I. U. /gの値を示した．

従来の報告および著者等の実験の範囲では一般魚類の精巣のA含量は痕跡程度に過ぎないのに反し，ヤツメウナギがこのような驚異的な値を示すことは甚だ興味ある事実である．

生殖巣のA含量を秋と春の試料につき比較すると図5，6の如く卵巣，精巣ともに秋は低く春は高い．春の試料においてはA含量の個体差が著しい．

d） 腎臓のA

図3 肝臓のA量と時期との関係

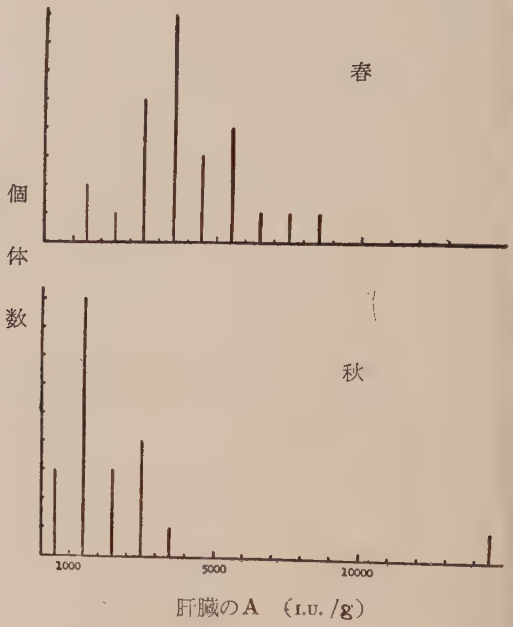
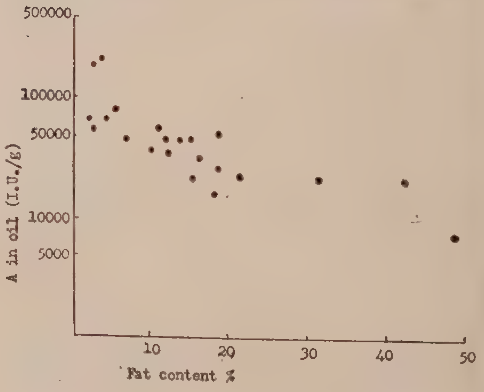


図4 肝臓の含油量と油のA濃度との関係



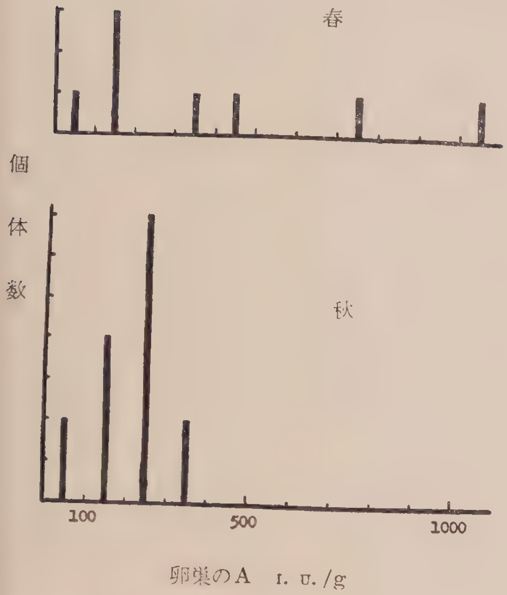
一部の試料魚につき腎臓のAを測定した結果を表3に示す．

著者等の実験によるとサメ類は腎臓にAが多い魚類であるが，ヤツメウナギはさらにその10倍以上の値を示している．

e） 消化器およびその内容物のA

ヤツメウナギの消化器は一本の細い管状で外見からは胃，腸等の区分は明瞭でない．消化管中には通常淡黄色の乳状物が存在している．一部の試料魚につき消

図5 卵巣のA含量と時期の関係



化管組織とその内容物のAを測定し表4の結果を得た*．すなわちこれらのA濃度は驚異的に高く．肉，肝臓，生殖巣よりも遙かに高い．試料魚はいずれも給餌せずに1週間以上生かしておいたので消化管の内容物は餌料の未吸収残留物とは考えがたく，おそらく消化管内に分泌せられたものであろう．

f） 体各部におけるAの分布状態

以上の結果からヤツメウナギ体各部におけるAの分布量を算出してみると表5の如く肉のAは全魚体の25～53%，消化管（内容物を除く）は29～48%を占め，両者で全魚体のAの約80%を占めており残りが肝臓，腎臓，生殖巣中に存在することゝなる．

一般の成魚では魚体中のAの大部分は肝臓（あるいは肝臓と幽門垂）に集積されているが，ヤツメウナギでは肝臓のAは総Aの一部に過ぎず**，Aの体各部の分布状態も一般魚類とは著しく異つている．

(2) 幼魚のA含量

5～6月に川で孵化した幼魚はしだいに発育し，最初は体色が褐色で半透明であるが変態を終えて成魚に近い形態となり海に下る．

図6 精巣のA含量と時期の関係

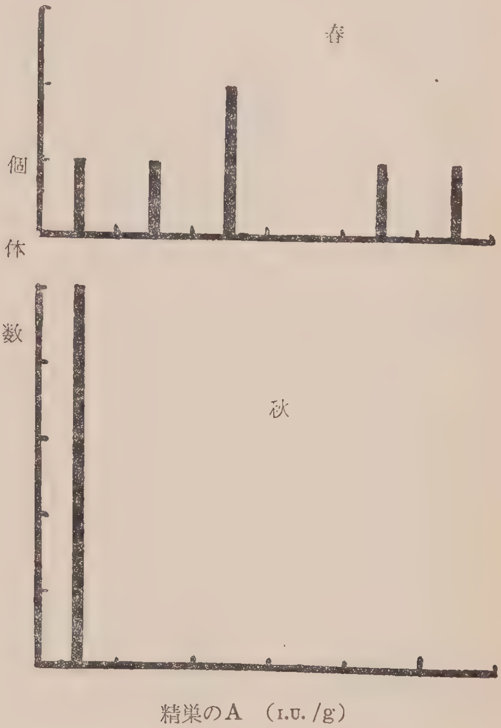


表3 ヤツメウナギ腎臓のA

試料 No.	重量 (g)	含油量 (%)	油中A (I. U./g)	組織中A (I. U./g)
40	2.1	8.1	17,000	1,450
41	2.0	5.2	50,800	2,630
42	1.8	4.0	50,750	2,010
43	1.8	11.8	65,600	7,760
44	1.6	4.7	33,100	1,550
45	1.4	5.5	28,100	1,540
46	1.6	6.5	40,000	2,600
47	1.3	6.4	79,100	5,060
48	1.7	6.2	39,000	2,400

最上川上流で採取した幼魚につき肉，肝臓，内臓のAを測定した結果は表6の如くで一般の魚類と異りヤツメウナギは幼魚のうちから著しくA含量が高い．試

---

* 消化管のAについての吟味は山田が日本水産学会大会（1957年4月3日）で報告した．

**ウナギの体中のAの分布状態は一般魚類とヤツメウナギの中間にあるが，これについては別報にのべる．

表 4 消化管とその内容物のA含量

試料	消化管組織				消化管内容物			
No.	重量 (g)	含油量 (%)	油中A (I. U./g)	組織中A (I. U./g)	重量 (g)	含油量 (%)	油中A (I. U./g)	内容物中A (I. U./g)
40	1.35	9.06	422,000	38,100	1.20	5.34	122,000	6,520
41	2.07	6.98	438,000	30,600	1.85	4.20	94,800	3,980
42	1.63	6.81	394,000	26,800	1.12	6.40	183,200	11,720
43	1.22	15.67	725,000	113,600	0.20	9.80	93,200	9,120
44	0.78	6.24	292,000	18,200	0.77	8.15	197,600	16,100
45	1.09	6.39	293,000	18,700	0.82	7.67	120,300	9,240
46	0.87	9.87	508,000	50,200	0.73	6.30	225,500	14,200
47	1.13	11.62	572,000	66,500	0.62	8.18	222,500	18,200
48	1.32	8.74	517,000	45,200	1.13	5.56	112,600	6,260
49	0.51	—	—	73,700	0.90	—	—	4,450
51	0.42	—	—	113,200	0.60	—	—	36,700
52	0.38	—	—	108,000	0.40	—	—	69,900
53	0.37	—	—	95,500	0.55	—	—	32,200

測定時日：No. 40〜48は1956年12月，No. 49〜53は1955年2月

表 5 体各部におけるAの分布割合

試料 No.	性別	肉 (%)	肝臓 (%)	生殖巣 (%)	腎臓 (%)	消化管（内容物を除く） (%)
40	♂	43.8	7.4	3.3	2.5	43.0
43		25.5	23.7	1.6	4.6	45.3
41	♀	37.2	7.5	4.3	5.3	45.6
42		34.8	9.8	3.3	4.3	47.8
44		53.0	10.2	4.1	4.1	28.6
45		53.2	7.8	4.7	3.1	31.2
46		43.1	6.9	2.9	3.9	43.1
47		35.8	8.5	2.6	4.6	43.8
48		34.8	14.8	3.0	3.0	44.4

表 6 ヤツメウナギ幼魚のA含量

試料 No.	全長 (cm)	体重 (g)	肉			肝臓		内臓		備考
			含油量 (%)	油中A (I. U./g)	肉中A (I. U./g)	重量 (g)	A (I. U./g)	重量 (g)	A (I. U./g)	
1	16.5	6.6	10.25	122	12.5	0.061	440	0.423	37.5	腸内容物中に緑色の植物らしきものあるもカロチン検出できず
2	16.0	6.9	8.48	156	13.2	0.059	406	0.399	62.6	
3	14.3	4.7	7.63	142	10.1	0.079	216	0.168	160.0	
4	13.7	4.1	5.20	172	8.6	0.042	286	0.285	31.7	
5	13.0	3.0	5.45	154	8.4	0.042	362	0.139	105.0	
6	10.6	2.2	3.69	256	9.5	0.025	251	0.123	75.3	変態前，体色褐色や ゝ透明.

表7　市販ヤツメウナギ乾燥品の肉のA含量

全長（cm）	重量（g）	肉の含油量（%）	肉油中A（I. U./g）	肉のA含量（I. U./g）
51.5	90.0	37.5	974	365
42.5	55.0	39.5	4,060	1,620
50.5	97.0	42.0	3,700	1,550
48.5	87.0	46.8	3,760	1,760
49.5	97.0	46.4	1,200	550
43.7	54.0	44.0	2,680	980

表8　乾燥品製造中のAの増減

（内臓抜魚体を乾燥）

生鮮時		乾燥日数（日）	乾燥時	
含油量（%）	油のA濃度（I. U./g）		含油量（%）	油のA濃度（I. U./g）
19.6	1,150	18	41.5	770
15.5	3,770	18	50.9	2,020
16.2	2,620	40	42.0	4.150
19.5	3,580	40	31.9	6.300
27.0	1,640	40	41.5	2.710

料とした幼魚の孵化後の経過日数は明らかでないが幼魚のうちでも大型のものは小型のものよりも肉，肝臓のAが高い傾向がみられる．

(3)　乾燥品のA含量

ヤツメウナギは乾燥品としても一般に販売されている．乾燥品の製法は簡単で．食塩等を用いず生魚を丸のまま通風のよい場所で蔭干とするのである．市販乾燥品の肉についてAを測定したところ表7の如くA含量が非常に高くAの給源として優れている．

乾燥品製造中におけるAの損失を検するため実験室で乾燥品を試製した．すなわち内臓を除いた魚体を水洗したのち一部の肉につきAを測定してから通風のよい戸外の日蔭に吊して乾燥した．

一定期日後，前に測定した部位に近い処から試料をとり測定した結果は表8の通りである．表は試験前後における体油のA濃度を示した．18日乾燥の2例は油のA濃度が低くなつたが，40日乾燥のものは何れも乾燥後の油のA濃度が生鮮時の油のA濃度よりもかえつて高い値を示した．このことの理由は不明であるが生鮮時の試料採取部位がAの低い部分であつて乾燥によりAの濃い部分の油が移動したのかもしれぬ．いずれにしてもこの乾燥試験では乾燥時のAの損失を知ることはできなかつたが，ヤツメウナギにおいては一般魚類の場合と異り乾燥品においても多量のAが残つていることは確かである．

(4)　水溶性ビタミンの含量

肉，肝臓，生殖巣，皮および表皮粘質物の B_1, B_2, B_6, B_{12}の含量を表9に示す．なお比較のためAの量も再掲した．表皮の粘質物は魚を苦悶させた時に多量に分泌されるがその量は体重の5%内外(生鮮物)であつた．表9の結果からみると水溶性ビタミン含量はかなり個体差はあるが，そのなかで B_2含量は肝臓，生殖巣，皮において比較的個体差が小さかつた．

鷲野6)は魚皮の B_2含量が背側と腹側とで著しく相違することを見出しているが，ヤツメウナギの皮においてはその現象は明らかでない

著者等の実験7)によると一般魚皮の B_1は背部，腹部とで含量の差はほとんどないが，ヤツメウナギにおいては背部の皮は腹部の皮よりも著しく B_1含量が高い値を示し，これらの点も一般魚類とは甚しく異つている．

一般魚類に比較すると肉および皮の B_{12}, 皮の B_1の量は著しく多い．皮の B_2はカレイ，ウナギ等とともに魚類中でも多い部類に属する．

表9-1　ヤツメウナギ体各部のビタミン含量 (1)

試料	肉					肝臓				
No.	A（I. U./g）	B_1（γ/g）	B_2（γ/g）	B_6（γ/g）	B_{12}（mγ/g）	A（I. U./g）	B_1（γ/g）	B_2（γ/g）	B_6（γ/g）	B_{12}（mγ/g）
23	462	0.94	1.6	1.6	54	3760	0.74	9.01	1.1	12
24	551	—	—	—	—	4030	4.16	6.67	2.0	34
25	444	1.48	6.93	1.8	33	4970	1.34	6.01	2.7	35
26	—	—	—	—	—	4400	—	9.33	—	—
27	—	—	—	—	—	5300	—	7.48	—	—
49	277	0.46	6.12	2.2	38	5600	0.05	8.40	1.4	230
50	423	—	—	—	—	17300	—	—	—	—

表9-2　ヤツメウナギ体各部のビタミン含量（2）

試料		生殖巣					皮						表皮粘質物		
No.		A (I. U./g)	B_1 (γ/g)	B_2 (γ/g)	B_6 (γ/g)	B_{12} (mγ/g)		A (I. U./g)	B_1 (γ/g)	B_2 (γ/g)	B_6 (γ/g)	B_{12} (mγ/g)	A (I. U./g)	B_2 (γ/g)	B_1, B_6
23	精巣	1,740	0.78	2.78	0.5	46	背側	32.2	—	2.22	(1.1)	20	2.24	—	—
							腹側	27.9	2.81	22.2	1.4	21			
24	卵巣	371	1.21	4.88	3.6	56	背	38.7	9.04	26.6	1.1	12	1.31	—	—
							腹	37.2	1.74	21.7	(0.4)	15			
25	精巣	2,350	2.51	3.12	1.1	83	背	32.4	6.35	22.6	0.6	8	10.00	3.0	—
							腹	23.8	2.86	24.3	(1.3)	12			
26	精巣	—	—	3.75	—	—		—	—	—	—	—	—	1.38	—
27	卵巣	798	—	6.30	—	—		—	—	—	—	—	41.60	1.36	—
49	卵巣	205	0.67	4.00	3.4	115	背	—	10.78	22.08	1.4	33	—	—	—
							腹	—	1.26	10.62	2.6	26			
50	精巣	428	—	1.98	1.2	28		—	—	—	—	—	—	—	—

表10　ヤツメウナギ近縁魚類のA含量

魚種	全長 (cm)	体重 (g)	肉			肝臓	
			含油量(%)	油中A (I. U./g)	組織中A (I. U./g)	重量(%)	組織中A (I. U./g)
スナヤツメ*	10.5～6.0	2.1～0.5	5.88	118	6.9	—	—
クロメクラウナギ**	42.0	165	1.79	66.4	1.2	3.2	28.1

* *Lampetra planeri* Bloch　　** *Heptatretus okinoseanus* Dean

考察

以上のごとくヤツメウナギのビタミン類含量は一般の魚類とは著しく異つている．ことにAを体中に多量に保有していることは供試魚が老令魚であつたためでもあろうが，著者等のシロネズミにおける実験結果9)，すなわちAを大量に投与したシロネズミでは肝臓，腎臓等のAが著しく濃厚となり，肉のA含量も本報のヤツメウナギにほぼ近い値に達する事実から考えて，ヤツメウナギはAを豊富に含む餌料を多量に摂取し，しかもAの消費が極めて少ない魚であろうと想像せられる．海中生活時代にどのような餌料を摂つているかは未だ全く知られていないが興味ある問題である．しかし精巣に驚異的に濃厚なAを含むことはシロネズミの例をもつてしても説明が困難である．

ヤツメウナギは秋季，海より川に遡上し翌春まで川で生活するが，魚体のA含量は秋季よりも春季の方が遙かに高い．著者等の調査によると河川の水生植物や魚介，昆虫類のA量はそれほど濃厚でないか，以上のようなAの増加分が全部餌料から由来したとみなすには多少むりな点があると考えられる．

漁家の説によると秋季の魚は大型のものが多いが春季にはやゝ小型になるという．秋に遡上した魚が生殖巣の成熟等のため，肉質を消費して魚体が縮小するものとすれば（ヤツメウナギは軟骨魚であるから魚体の縮小もあり得る）それだけAが濃厚になるとも考えられるが，この点は改めて吟味を要する．

なおヤツメウナギと動物学上近縁の魚にはスナヤメ，クロメクラ，イソメクラ等があるが，それらのAを測定した結果は表10のごとく，A含量は遙かに低い

ものであつた．

B群の含量においてもヤツメウナギは特異な点が多い．すなわち皮にB_1が多く，背部と腹部とでは含量が著しく異ること，B_2はそれと反対にほとんど差がないこと，肉と皮にB_{12}が著しく多いこと等B群の機能も一般魚類とは異ることが想像せられる．

摘要

山形県最上川産のヤツメウナギについてビタミン類の含量を検し次の結果を得た．

1）ヤツメウナギは体各部にAを著しく豊富に含み肉のA含量はあらゆる既知の魚介肉よりも遙かに高く肝臓，腎臓，生殖巣，消化管等のAも著しく高い．ことに精巣にAが驚異的に濃厚であり，消化管組織のAも極めて濃厚である．

2）体各部のAの分布状態は一般の魚類と著しく異り肉および消化管組織はAの大部分を含み肝臓のAの総量は全体のごく一部に過ぎない．

3）春の産卵期に漁獲されたものは秋，溯河期に漁獲されたものよりも体各部のAが濃厚である．

4）ヤツメウナギの幼魚は一般魚類の幼魚よりもAが著しく濃厚である．

5）皮のB_1含量は一般魚類の皮よりも遙かに高く，またB_1の分布状態は一般魚類とは異り背部の皮には腹部の皮よりも遙かに多く含まれる．

6）皮のB_{12}含量は他の魚の皮のB_{12}含量よりも遙かに多い．

7）カワヤツメの乾製品にはAが濃厚に含まれている．

以上の結果からヤツメウナギは一般魚類に比し著しく濃厚にビクミン類を含み，かつ体各部における分布状態も一般魚類とは著しく異つた特殊な魚であることが明らかとなつた．可食部たる肉にAが豊富であるからわれわれが副食物として1回にたべる程度の量で数万単位のAを摂ることができ更に皮のB_1, B_2,肉，皮のB_2も一般魚類に比し濃厚であるから，これらの効果もあいまつて古来から鳥眼の治療や病弱者の食品として賞用されてきたものであろう．

本報におけるB群の含量は当研究所村山繁雄，簗瀬正明，田部井菊子の諸氏の測定によるものである．

本研究に種々と尽力せられた東京浅草八ツ目本舗加次井氏ならびに酒田市の大沼亀五郎氏に厚く謝意を表する．

（昭32. 5. 27. 受理）

文献

1）藤巻・松室・下田・佐伯・中村：栄研報告 **2,** (1, 2), 171 (1928)
2）三浦：薬学雑誌 (522), 765 (1926)
3）中宮：理研彙報 **4,** 312 (1925)
4）東・平尾・山田・菊地：ビタミン **7,** 158 (1954)
5）平尾・山田・菊地：日本水産学会誌 **19,** 1047 (1954)
6）鷲野：ビタミン **6,** 948 (1953)
7）村山・田部井：日本水産学会講演(1957年4月)
8）東・平尾・山田・菊地：同上　（ 同　上 ）